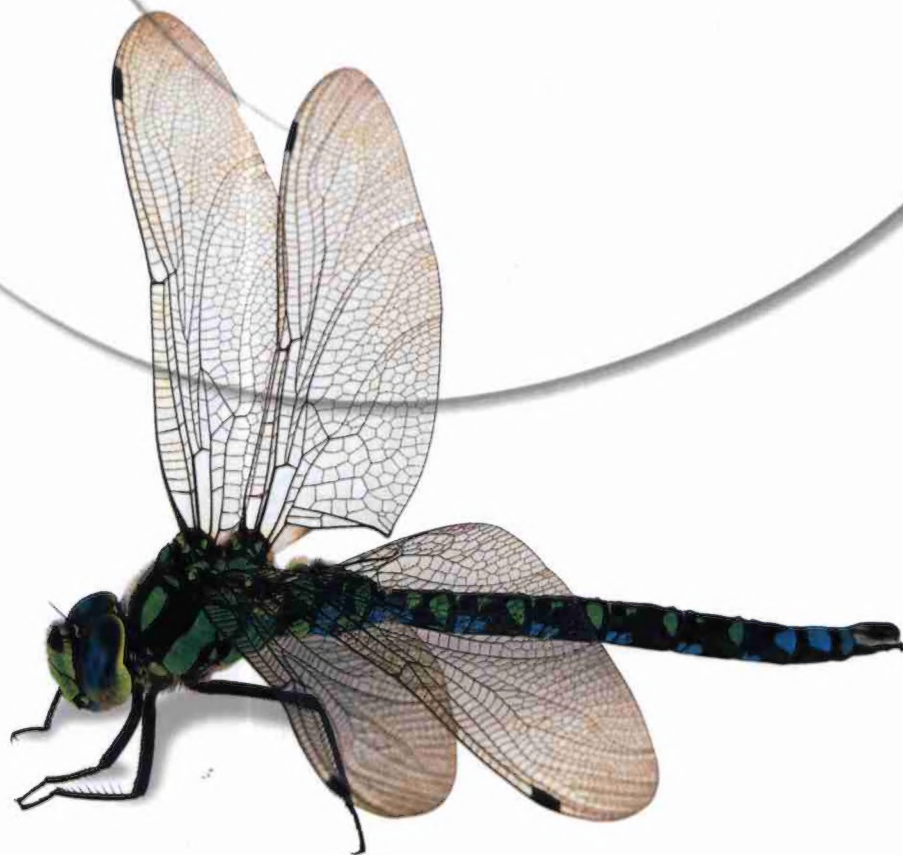
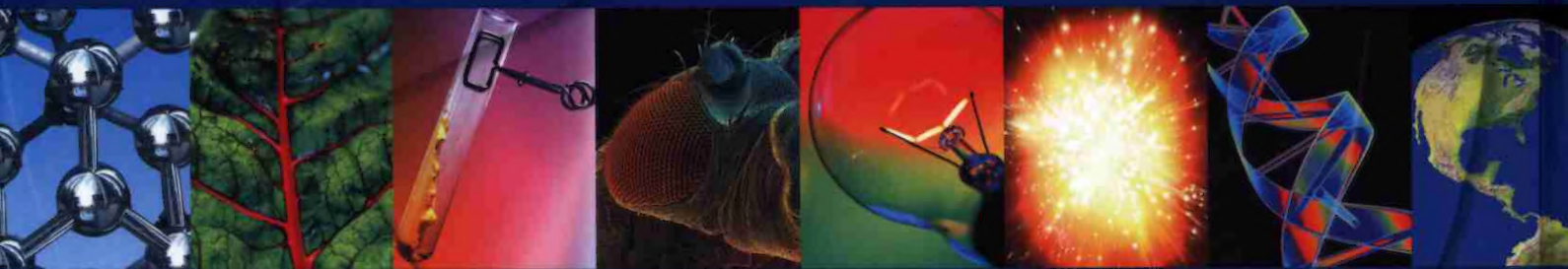




دایرة المعارف اینترنتی علوم

کتابهای
مرجع

عالی ترین منبع اطلاعات عمومی
با موضوعات گوناگون
با امکان بهره گیری از سایت اینترنتی اختصاصی
با بیش از ۱۰۰۰ لینک



دایرة المعارف اینترنتی علوم

پدید آورندگان نسخه ی فارسی اثر:

مدیریت تولید: محراب قلم

مترجمان: حسین دانشفر (زمین، فضا)، غلامحسین اعرابی (ماده و مواد، نیرو و انرژی، الکتریسیته و مغناطیس)، حسین الوندی (دستگاه های بدن)، مریم انصاری (جانوران)، محمد کرام الدینی (گیاهان)

ویراستار: غلامحسین اعرابی

طرح جلد: ریتون گرافیک

نمایه ساز: دکتر مجید رضایی راد

مدیر هنری و صفحه آرایی: داوود ماهزاده

نوبت چاپ: پنجم ۱۳۸۹

تیراژ: ۳۳۰۰ نسخه

لیتوگرافی: گلبن

چاپ: گلبن

صحافی: معین

www.meg.ir

www.mehrab-e-ghalam.com

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۱۰۳-۰۳۱-۴

"A Dorling Kindersley Book";

"www.dk.com" Original Title: e.encyclopedia:Science

Copyright © 2004 Dorling Kindersley Limited, London

پدید آورندگان نسخه ی انگلیسی اثر:

ویراستاران متن: فران بینز، پائولا پورتون، جیلی کامرون کوپر، رابرت دینوایدی، ژاکلین

فورتی، سارا گولدرینگ، مارگارت هاینز، پاتریشیا موس، سو نیکولسون، نایجل ریتشی،

ریچارد ویلیامز، سلینا وود، جین یورک

ویراستاران وبسایت: کلیر لیستر، ماریزا اوکیفی، استیو بارکر، جان بنت، راجر برونلی،

کلیر هیبرت، قیل هانت

سرپرست ویراستاران: کامیلا هالینان

مدیر محتوای دیجیتال: فرگوس دی

هماهنگ کننده: توبی بیدل

کار توگرافی: سیمون مامفورد

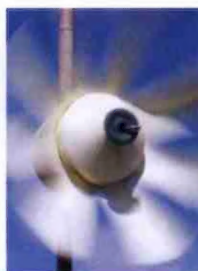
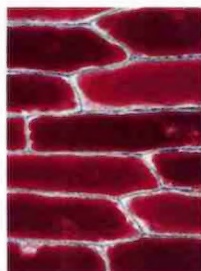
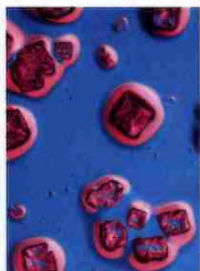
طبقه بندی موضوعی: سو گراهام

طراحان: سارا کولی، یومیکو تاهاتا، راس جرج، جیم گرین، نیک هاریس، آدریان هاتچینسون،

آلکس مندای، آندریو نش، ریکا پینتر، جانی پائو، اوون پیتون جونز، جوانا پوکوک، اسمیلکا

سورال، ژاکوئی سوان، کلیر واتسون

تصویرگران: لی گیونس، نیک گوبالا، روبین هانتز، آندریو کر، پاتریک مولری، دارن پوری



کلیه حقوق چاپ محفوظ است

تهران، خیابان ۱۲ فروردین، خیابان شهدای زاندارمری، پلاک ۱۰۴

تلفن: ۸۰-۸۷۹-۰۸۷۹، ۶۶۴۹۰۸۷۹، ۶۶۴۱۸۱۹۰، ۶۶۴۵۲۰۱، ۶۶۴۶۵۲۰

صندوق پستی: ۵۶۸-۱۳۱۴۵

دایرة المعارف اینترنتی علوم

مدیریت تولید: انتشارات محراب قلم

مترجمان: حسین دانشفر، حسین الوندی، غلامحسین اعرابی، محمد کرام الدینی، مریم انصاری

ویراستار: غلامحسین اعرابی

۴۰۰ ص: مصور، جدول

فهرست نویسی بر اساس اطلاعات فیبا. عنوان اصلی: E.encyclopedia Sience, ۲۰۰۴

۱- کودکان دایره المعارف ها ۲- منابع شبکه کامپیوتری- ادبیات نوجوانان.

۳- اطلاعات عمومی- ادبیات نوجوانان.

ب. الوندی، حسین. اعرابی، غلامحسین، دانشفر، حسین.

AG۲۶/د۲۴۶۴ ۳۹. (ج) ۱۳۸۵ کتابخانه ملی ایران ۳۹۳۸-۸۵ م

ویراستاران هنری: سوفیا ام تامپاکوپولوس ترنر

جست و جوی تصاویر: برای تیلی، مارتین کوپلند، سین هانتز، مایکل فارام، لیز مور، آلیسون

پریئور، آماندا راسل، فران وارگو

آرشیو تصاویر: جما وودوارد

طراحی جلد: باب وارنر

مدیر تولید: کتی اولیور

مدیر هنری: سیمون وب

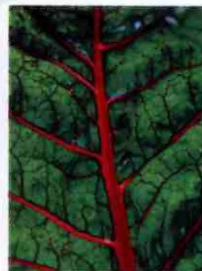
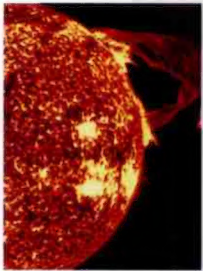
نویسندگان و کارشناسان موضوعی: راجر بریگمن، کیم برایان، دکتر سو دیوید سون، هلن

دولینگ، گراهام فارملو، دکتر فیلیپ گیتز، دکتر جن گرین، درک هاروی، روبین کروود، دکتر

ژاکلین میتون، آلن کیو مورتون، جان نیکلسون، کریستوفر اوکسلاد، دکتر پنی پرستون،

پروفسور روبرت اسپیسر، جان استرینگر، کریس وودفورد.

دایرة المعارف اینترنتی علوم



فهرست مطالب

ماده و مواد	نیرو و انرژی	الکتروسیسته و مغناطیس	فضا
۱۰ ماده	۶۴ نیرو	۱۲۶ الکتروسیسته	۱۶۰ کیهان
۱۲ جامدات	۶۶ دینامیک	۱۲۸ مدارها	۱۶۲ انفجار بزرگ
۱۴ مایعات	۶۸ اصطکاک	۱۳۰ رساناها	۱۶۴ کهکشانها
۱۵ گازها	۶۹ کشسانی	۱۳۱ توزیع الکتروسیسته	۱۶۶ ستارهها
۱۶ تغییر حالت	۷۰ حرکت	۱۳۲ مغناطیس	۱۶۸ سحابیها
۱۸ مخلوطها	۷۲ گرانش	۱۳۴ الکترومغناطیس	۱۶۹ ستارههای غول پیکر
۲۰ جداسازی مخلوطها	۷۳ نسبیت	۱۳۶ موتورهای الکتریکی	۱۶۹ سیاهچالهها
۲۲ عناصر	۷۴ فشار	۱۳۷ ژنراتورها	۱۷۰ خورشید
۲۴ اتمها	۷۶ انرژی	۱۳۸ الکترونیک	۱۷۲ منظومهی شمسی
۲۶ جدول تناوبی	۷۸ کار	۱۴۰ الکترونیک دیجیتال	۱۷۴ عطارد
۲۸ مولکولها	۸۰ گرما	۱۴۲ میکروالکترونیک	۱۷۵ زهره
۳۰ واکنشهای شیمیایی	۸۲ انتقال گرما	۱۴۳ رادیو	۱۷۶ زمین
۳۲ اسیدها	۸۴ رادیواکتیویته	۱۴۴ تلویزیون	۱۷۷ ماه
۳۳ بازها	۸۵ انرژی هسته‌ای	۱۴۵ ویدئو	۱۷۸ مریخ
۳۴ فلزات	۸۶ منابع انرژی	۱۴۶ مخابرات راه دور	۱۷۹ مشتری
۳۶ غیر فلزات	۸۸ ماشینها	۱۴۷ مخابرات همراه	۱۸۰ زحل
۳۸ هیدروژن	۹۲ موتور	۱۴۸ رایانه	۱۸۱ اورانوس
۳۹ اکسیژن	۹۳ وسایل نقلیه‌ی جاده‌ای	۱۵۱ شبکه‌های رایانه‌ای	۱۸۲ نپتون
۴۰ آب	۹۴ شناوری	۱۵۱ ابررایانه‌ها	۱۸۳ پلوتو
۴۲ نیتروژن	۹۵ قایق	۱۵۲ اینترنت	۱۸۴ سیارکها
۴۴ کربن	۹۶ پرواز	۱۵۴ روایاتها	۱۸۵ دنباله‌دارها
۴۶ شیمی زیست	۹۷ هواپیماها	۱۵۶ هوش مصنوعی	۱۸۶ اخترشناسی
۴۸ شیمی آلی	۹۸ امواج انرژی	۱۵۷ فناوری نانو	۱۸۷ رصدخانه‌ها
۵۰ صنایع شیمیایی	۱۰۰ صوت		۱۸۸ موشکها
۵۲ پلاستیکها	۱۰۲ بلندی صدا		۱۸۹ ماهواره‌ها
۵۴ شیشه	۱۰۳ تن صدا		۱۹۰ سفر به فضا
۵۵ سرامیک	۱۰۴ اصوات موسیقایی		۱۹۲ فضاوردان
۵۶ پارچه‌های مصنوعی	۱۰۶ آکوستیک		۱۹۴ ایستگاههای فضایی
۵۷ کامپوسیتها	۱۰۸ ضبط و بازسازی صدا		۱۹۶ رصدخانههای فضایی
۵۸ مواد جدید	۱۱۰ نور		مأموریت‌های بین سیاره‌ای ۱۹۸
۶۰ بازیافت	۱۱۲ لیزر		حیات فرا زمینی ۲۰۰
	۱۱۳ بازتاب		
	۱۱۴ شکست		
	۱۱۵ عدسیها		
	۱۱۶ میکروسکوپ		
	۱۱۷ تلسکوپ		
	۱۱۸ دوربین عکاسی		
	۱۲۰ سینما		
	۱۲۲ رنگ		



دستگاه‌های بدن

۳۳۸	دستگاه‌های بدن
۳۴۰	دستگاه اسکلتی
۳۴۲	دستگاه ماهیچه‌ای
۳۴۴	دستگاه عصبی
۳۴۶	چشایی
۳۴۶	بوایی
۳۴۷	شنوایی
۳۳۷	تعادل
۳۴۸	بینایی
۳۵۰	لامسه
۳۵۱	پوست
۳۵۲	دستگاه گردش خون
۳۵۴	دستگاه تنفس
۳۵۶	دستگاه درون ریز
۳۵۷	دستگاه ایمنی
۳۵۸	دستگاه گوارش
۳۶۰	کید
۳۶۱	دستگاه دفع ادرار
۳۶۲	دستگاه تولید مثل
۳۶۴	ژنتیک
۳۶۶	رشد
۳۶۸	سلامتی
۳۷۰	بیماری‌ها
۳۷۲	پزشکی
۳۷۴	فناوری پزشکی
۳۷۶	تحقیقات پزشکی

جانوران

۲۹۰	فرمانرو جانوران
۲۹۲	آناتومی جانوران
۲۹۴	اسفنج‌ها
۲۹۴	کیندرین‌ها
۲۹۵	کرم‌ها
۲۹۶	سخت‌پوستان
۲۹۷	حشرات
۲۹۸	عنکبوتیان
۲۹۹	نرم‌تنان
۲۹۹	خارپوستان
۳۰۰	ماهی‌ها
۳۰۱	دوزیستان
۳۰۲	خزندگان
۳۰۳	پرندگان
۳۰۴	پستانداران
۳۰۵	چرخه‌های زندگی
۳۰۶	جفت‌طلبی
۳۰۸	تولید مثل
۳۱۰	رشد
۳۱۲	تغذیه
۳۱۴	حرکت
۳۱۶	حواس
۳۱۸	ارتباط
۳۲۰	دفاع
۳۲۲	چرخه‌های رفتاری
۳۲۴	جمعیت‌ها
۳۲۵	اجتماعات زیستی
۳۲۶	بوم‌شناسی
۳۲۸	تکامل
۳۳۰	زندگی پیش از تاریخ
۳۳۲	دیرین‌شناسی
۳۳۴	انقراض
۳۳۵	حفظ گونه‌ها

گیاهان


۲۵۴	رده‌بندی گیاهان
۲۵۶	کالبدشناسی گیاهان
۲۵۸	فتوسنتز
۲۵۹	تعرق
۲۶۰	گیاهان بی‌دانه
۲۶۲	گیاهان دانه‌دار
۲۶۴	گیاهان مخروط‌دار
۲۶۵	گیاهان گل‌دار
۲۶۶	گرده افشانی
۲۶۸	درختان
۲۷۰	گیاهان انکل
۲۷۱	گیاهان گوشت‌خوار
۲۷۲	حساسیت گیاهان
۲۷۴	بقای گیاهان
۲۷۶	گیاهان غذایی
۲۷۸	محصولات دستکاری شده‌ی ژنی
۲۷۹	گیاهان دارویی
۲۸۰	فرآورده‌های گیاهی
۲۸۲	قارچ‌ها
۲۸۴	باکتری‌ها
۲۸۵	موجودات تک سلولی
۲۸۶	جلیک‌ها

زمین

۲۰۴	سیاره‌ی زمین
۲۰۶	ساختار زمین
۲۰۸	زمین ساخت ورقی
۲۱۰	زمین لرزه
۲۱۲	آتش‌فشان
۲۱۴	کوه‌زایی
۲۱۶	کانی‌ها
۲۱۷	چرخه‌ی سنگ‌ها
۲۱۸	سنگ‌ها
۲۲۰	فسیل‌ها
۲۲۱	زمان در زمین‌شناسی
۲۲۲	فرسایش
۲۲۴	خاک
۲۲۵	رسوبات
۲۲۶	یخ
۲۲۷	ساحل‌ها
۲۲۸	اقیانوس‌ها
۲۳۰	بستر اقیانوس
۲۳۱	جزیره‌ها
۲۳۲	رودها
۲۳۳	آب‌های زیر زمینی
۲۳۳	دریاچه‌ها
۲۳۴	اتمسفر
۲۳۶	آب و هوا
۲۳۸	وضع هوا
۲۴۰	باد
۲۴۲	ابر‌ها
۲۴۴	باران
۲۴۶	زیستگاه‌ها
۲۴۸	منابع زمین
۲۵۰	آلودگی
۲۵۱	توسعه‌ی پایدار

جست و جو در شبکه

دایرة المعارف اینترنتی علوم ، سائتی اختصاصی دارد که با همکاری انتشارات دورلینگ کیندرسلی و گوگل آماده سازی شده است. هنگامی که مطالب این دایرة المعارف را مطالعه می کنید ، عنوان هر فصل و موضوع هایی که در کتاب آمده اند ، کلید واژه های جست و جو در اینترنت و دسترسی به اطلاعات بیشتر هستند. برای این کار مراحل زیر را انجام دهید:

 <http://www.science.dke-encyc.com>


به این آدرس بروید:

کلید واژه ی مورد نظر تان را پیدا کنید:



برای جست و جو در این سایت باید از کلید واژه هایی که در کتاب هستند استفاده کنید.

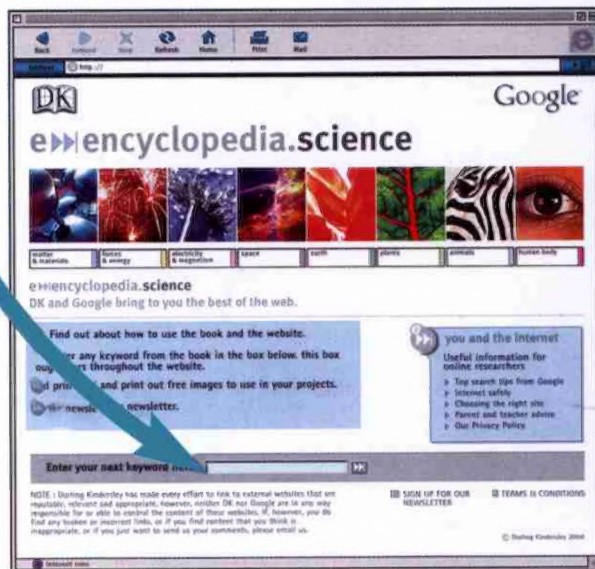


 gases

کلید واژه را وارد کنید:

امنیت در شبکه

- قبل از استفاده از اینترنت از بزرگتران اجازه بگیرید.
- هرگز اطلاعات شخصی تان را در اختیار دیگران نگذارید.
- هرگز با کسانی که در اینترنت با آنان آشنا می شوید قرار ملاقات نگذارید.
- اگر سایتی برای ورودتان از شما نام یا آدرس پست الکترونیکی خواست ، قبل از انجام آن از بزرگتران اجازه بگیرید.
- هرگز به نامه ی الکترونیکی نامربوط و نامناسب پاسخ ندهید و موضوع را با بزرگتران در میان بگذارید.
- قابل توجه والدین : انتشارات دورلینگ کیندرسلی بطور مرتب کلیه ی لینک ها را بررسی و کنترل می کند. بنابر این محتوای سایت ممکن است مرتب تغییر کند. به همین دلیل توصیه می کنیم هنگامی که کودکان و نوجوانان از اینترنت استفاده می کنند در کنار آنان باشید و همراهی شان کنید. مراقب باشید که آنان از اتاق های گفت و گو (چت) استفاده نکنند و دقت کنید که نرم افزارهای کنترل سایت ها و فیلتر آنها به درستی کار کنند. همیشه از شرکت هایی استفاده کنید که سایت ها را به دقت کنترل می کنند.

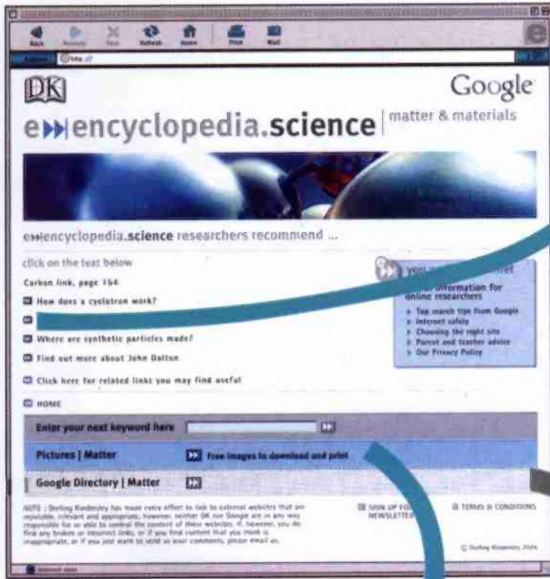


بر روی لینک مورد نظرتان کلیک کنید:

از یک ایستگاه فضایی بازدید کنید.

لینک‌ها از این قرارند:

- عکس و نقاشی
- آزمون‌های تعاملی
- ویدئو
- پایگاه داده‌ها
- اطلاعات تاریخی
- صدا
- گردش مجازی
- اخبار تازه



تصویرهای مربوط به موضوع را دریافت کنید.

این تصویرها رایگان هستند، ولی از آن‌ها فقط به صورت شخصی استفاده کنید.

علاوه بر این می‌توانید از گوگل بخواهید تاسایت‌های مربوط به موضوع را برای شما پیدا کند.

به کتاب برگردید و موضوع بعدی را جست و جو کنید:

مدخل اصلی، موضوع اصلی را مشخص می‌کند

مقاله‌ای آغازین که موضوع اصلی را به طور کامل شرح می‌دهد

تصویرها همراه با کنار نویس‌ها و شرح کامل

مطالبی که در صفحه‌های کتاب خواهید یافت:

- لینک اینترنتی
- کادر اطلاعات
- شرح حال دانشمندان و اندیشمندان
- محور زمان
- مراجع تکمیلی
- نمایه‌ی کامل



پرسش و پاسخ اطلاعات دقیق‌تر درباره‌ی موضوع اصلی را ارائه می‌دهد

زیر مدخل موضوع‌های فرعی را شرح می‌دهد و با پرسش و پاسخ مربوط به خودش همراه است

نیز نگاه کنید به شما را به اطلاعات تکمیلی و جنبی در همین کتاب راهنمایی می‌کند

کادرهای شرح حال دانشمندان و اندیشمندان

نوار رنگی بخش مربوط به هر موضوع را مشخص می‌کند

کلید واژه‌ی جدید را وارد کنید و به سرفرتان ادامه دهید:

oxygen



ماده و مواد

۳۸	هیدروژن	۱۰	ماده
۳۹	اکسیژن	۱۲	جامدات
۴۰	آب	۱۴	مایعات
۴۲	نیتروژن	۱۵	گازها
۴۴	کربن	۱۶	تغییر حالت
۴۶	شیمی زیست	۱۸	مخلوط‌ها
۴۸	شیمی آلی	۲۰	جداسازی مخلوط‌ها
۵۰	صنایع شیمیایی	۲۲	عناصر
۵۲	پلاستیک‌ها	۲۴	اتم‌ها
۵۴	شیشه	۲۶	جدول تناوبی
۵۵	سرامیک	۲۸	مولکول‌ها
۵۶	پارچه‌های مصنوعی	۳۰	واکنش‌های شیمیایی
۵۷	کامپوسیت‌ها	۳۲	اسیدها
۵۸	مواد جدید	۳۳	بازها
۶۰	بازیافت	۳۴	فلزات
		۳۶	غیرفلزات



ماده

هر چیزی که بتوان آن را لمس کرد، مزه کرد، یا بوی آن را حس کرد از ماده تشکیل شده است. تمام چیزهایی که می‌توانید ببینید - از جمله لباس، آب، غذا، گیاهان و جانوران - از ماده درست شده‌اند. حتی بعضی از چیزهایی هم که نمی‌توانید ببینید - مثل هوا یا بوی عطر هم ماده هستند. هر ماده‌ای را می‌توانید با استفاده از **خواص ماده آن** - مثل بو، رنگ یا میزان سختی آن - توصیف کنید. ماده از **ذرات** تشکیل شده است که آنقدر کوچک هستند که فقط با میکروسکوپ‌های بسیار نیرومند دیده می‌شوند.

حالات ماده

تمام مواد روی زمین یکی از این سه حالت (شکل) را دارند: جامد، مایع، یا گاز. جامدات (مثل کلاه ایمنی آتش‌نشان) شکل خود را حفظ می‌کنند. مایعات (مثل آب) شکل ثابتی ندارند، ولی همواره حجم ثابتی از فضا را اشغال می‌کنند. گازها (مثل دود) گسترش می‌یابند و تمام فضا را اشغال می‌کنند.

غیرماده

همه چیزها از ماده درست نشده‌اند. نور چراغ قوه، گرمای آتش، و صدای آژیر ماشین پلیس نمونه‌هایی از غیرماده هستند. شما نمی‌توانید آن‌ها را لمس کنید، بچشید و یا بوی آن‌ها را حس کنید. این‌ها ماده نیستند، بلکه شکل‌های مختلف انرژی هستند. همه چیزهای موجود را می‌توان در دو گروه ماده یا غیرماده دسته‌بندی کرد.



انواع ماده

مواد به دو گروه تقسیم می‌شوند: مواد غیرزنده و مواد زنده. مواد غیرزنده با نیروی خود حرکت نمی‌کنند، یا رشد و یا تولید مثل هم نمی‌کنند. سنگ‌ها و صخره‌های تشکیل‌دهنده آن‌ها نمونه‌هایی از مواد غیرزنده‌اند. تمام موجودات زنده، از جمله حیوانات و گیاهان، ماده‌ی زنده به‌شمار می‌آیند.



ماده‌ی زنده



ماده‌ی غیرزنده

خواص ماده

مواد مختلف خواص مختلفی دارند که آن‌ها را برای کارهایی متفاوت مفید می‌سازد. لوله‌ی پلاستیکی انعطاف‌پذیر است و می‌توان آن را در جهات مختلف خم کرد. نقاب کلاه ایمنی آتش‌نشان شفاف است تا وی بتواند جلوی خود را ببیند. لباس آتش‌نشان‌ها براق است، تا نور و حرارت را منعکس کند. انعطاف‌پذیری، شفافیت و براقیت سه نمونه از خواص ماده به‌شمار می‌آیند.



براقیت

فولاد ضد زنگ سقف این تالار همچون بیشتر فلزات، ماده‌ای بسیار براق است. توانایی فلز به بازتاب نور را براقیت می‌گویند. مواد براق، مثل فولاد ضد زنگ، نور را به‌خوبی منعکس می‌کنند.

رنگ

رنگ یکی از خواص مادی است. رنگ‌های براق و روشن این پروانه (پروانه‌ی بال پرندگی ملکه الکساندرا) هشدار می‌دهد برای شکارچیان و وسیله‌ای برای جلب توجه جفت آن. رنگ ماده می‌تواند روشن، تیره، مات یا شفاف باشد. شیشه از جمله مواد شفاف است.



وزنه‌های سربی
چگال‌تر از آرد هستند



چگالی

چگالی مقدار ماده‌ای است که فضای معینی را اشغال می‌کند. مثلاً سرب چگالی بالایی دارد چون یک مکعب کوچک سربی یا وجود داشتن مقدار زیادی ماده، فضای کمی را اشغال می‌کند و به اصطلاح، آن را سنگینی می‌گوییم. ولی چگالی آرد کمتر از سرب است. برای برقراری تعادل ترازو، در مقایسه با مقدار زیاد آرد، فقط به دو قطعه‌ی کوچک سرب نیاز است.



گازهای موجود در دود
از چیزهایی در حال سوختن
آزاد می‌شوند

ذرات
در حالت گاز



نقاب کلاه

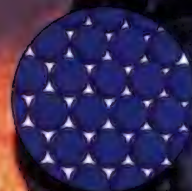
از ماده‌ای شفاف ساخته شده است
تا بتوان آن طرفش را دید

آب به حالت مایع
از لوله بیرون می‌آید

ذرات
در حالت مایع



ذرات
در حالت جامد



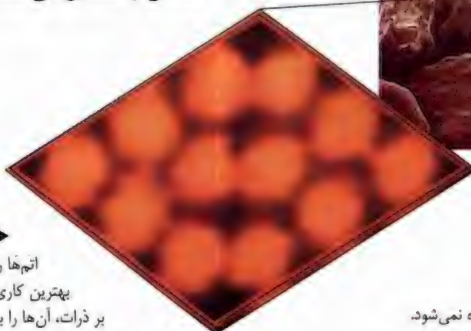
ذرات

ماده از ذرات بسیار ریزی به نام اتم تشکیل شده است. اتم‌ها آنقدر کوچکند که با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شوند، ولی دانشمندان اندازه‌ی آن‌ها را تعیین کرده‌اند. اتم‌ها انواع مختلف دارند. دانه‌های ماسه از دو نوع اتم درست شده‌اند: اکسیژن و سیلیکان. بدن انسان از حدود بیست‌وهشت اتم مختلف تشکیل شده است. خواص هر ماده به نوع اتم‌هایی که آن را تشکیل می‌دهند بستگی دارد.



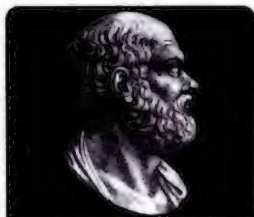
▲ ذرات ماسه

دانه‌های ماسه در زیر میکروسکوپ به شکل دانه‌های ریگ دیده می‌شوند. هر کدام شکل و اندازه‌ی مختلفی دارند. هر دانه‌ی ماسه از میلیون‌ها اتم تشکیل شده است. اتم‌ها به دلیل کوچکی، حتی با میکروسکوپ هم دیده نمی‌شود. یک دانه‌ی ماسه به بزرگی نقطه‌ی آخر این جمله، از حدود ده میلیون میلیون اتم تشکیل شده است.



► اتم

اتم‌ها را نمی‌توان با میکروسکوپ معمولی مشاهده کرد. بهترین کاری که می‌توانیم انجام دهیم این است که با تاباندن نور بر ذرات، آن‌ها را به تصویر بکشانیم. بازتاب‌های نور توسط کامپیوتر تصویری را می‌سازند. میکروسکوپ‌های اسکن کننده‌ی تونلی (STM) و میکروسکوپ‌های نیروی اتمی (AFM) این کار را انجام می‌دهند. این تصویر (STM) اتم‌های یک بخش کوچک از یک دانه‌ی ماسه را نشان می‌دهد.



ذیمقراطیس

یونانی، ۴۶۰ تا ۳۷۰
قبل از میلاد

ذیمقراطیس یکی از اولین فیلسوفانی بود که اعلام کرد همه‌ی چیزها از ذرات کوچک و غیرقابل مشاهده تشکیل شده‌اند. وی معتقد بود این ذرات از بین نمی‌روند و تقسیم هم نمی‌شوند. همه‌ی تغییرات جهان را می‌توان تغییرات چگونگی کنارهم قرار گرفتن این ذرات توصیف کرد.

جامدات

جامدات یکی از سه حالت ماده هستند و برخلاف مایعات و گازها شکل مشخصی دارند که به آسانی تغییر نمی‌کنند. جامدات مختلف، ویژگی‌های خاص خود را دارند؛ مانند کش سانی، مقاومت، یا سختی، که آن‌ها را برای موارد استفاده‌ی مختلف مفید می‌سازند. بیشتر جامدات از کریستال (بلور)های کوچک تشکیل شده‌اند. ذرات هر کدام از آن‌ها در یک الگوی مشخص به نام **ساختار بلوری** مرتب شده‌اند.

ساختار ذره

چگونگی ترتیب ذرات هر جامد، ویژگی‌های آن را به وجود می‌آورد. ذرات یک جامد توسط نیروهای قوی به یکدیگر پیوند خورده‌اند که این نیروها ذرات را محکم در کنار یکدیگر نگه می‌دارند. بنابراین، با وجودی که ذرات می‌توانند ارتعاش کنند، اما نمی‌توانند به آسانی جابه‌جا شوند. به همین دلیل است که جامدات معمولاً شکل ثابتی دارند و سفت به نظر می‌رسند.



بدنه‌ی فلزی

زیر فشار مجاله می‌شود

گلگیر پلاستیکی

خم می‌شود و تغییر شکل می‌دهد



تغییر شکل

بعضی جامدات، مثل فلز این کاپوت اتومبیل و گلگیر پلاستیکی، می‌توانند تحت فشار یا به وسیله‌ی چکش، شکل‌های مختلفی را به خود بگیرند بدون این که بشکنند. این جامدات را مواد فلزی می‌گویند. بعضی دیگر، مثل بیسکویت یا شیشه، در اثر فشار یا ضربه خم نمی‌شوند بلکه می‌شکنند. این مواد را شکننده می‌گویند.

کش سانی

بعضی جامدات، مثل فلز مس، را می‌توان به آسانی کش داد و به سیم‌های بسیار نازک تبدیل کرد. این جامدات را مواد کش‌سانی می‌گویند. آن‌ها به این دلیل از این خاصیت برخوردارند که ذراتشان یک ساختار صلب و محکم ندارند، بلکه به صورت ردیفی قرار گرفته‌اند و می‌توانند روی یکدیگر بلغزند. مس را می‌توان به رشته‌هایی به باریکی نصف موی انسان تبدیل کرد که در وسایل برقی و الکترونیکی استفاده می‌شود.



سیم مسی



فلز کش آمده



فلز کش نیامده

درزهای انبساطی پل فلزی

پل‌های فلزی همیشه فضاهایی به نام درزهای انبساطی دارند. دلیل ایجاد آن‌ها این است که فلزات وقتی حرارت می‌بینند منبسط می‌شوند. گرما، ارتعاشات ذرات فلز را افزایش می‌دهد و فضای بیشتری را اشغال می‌کنند. این درزها باعث می‌شود که انبساط پل در هوای گرم موجب چین خوردن آن نشود.

حالت زیگزاگی ستون‌های فولادی جاده را مقاوم می‌کند

گیره‌ی فلزی

به شکلی که در حلقه دارد بر می‌گردد

گیره‌ی فلزی

با استخوان شکسته حرکت می‌کند و فرد همچنان می‌تواند تحرک داشته‌باشد



فلز حافظه‌دار

فلزات حافظه‌دار می‌توانند شکل خود را به یاد داشته‌باشند. این فلزات در یک دمای خاصی می‌توانند شکل خاصی به خود بگیرند که هیچگاه فراموش نمی‌کنند. آن‌ها موارد استفاده‌ی فراوان دارند - از جمله ترمیم استخوان‌های شکسته. حتی اگر استخوان‌ها جابه‌جا شوند، فلز همیشه به شکل اولیه‌ی خود بر می‌گردد و استخوان‌ها را در وضعیت صحیح قرار می‌دهد.



مقاومت



سیم‌های فولادی
را در یکدیگر تابیده
و کابل‌های قوی
به‌وجود آورده‌اند

بعضی جامدات مثل فولاد یا بتن را به‌سختی می‌توان شکست حتی اگر فشار زیادی بر آن‌ها وارد شود. دلیلش این است که ذرات آن‌ها با قدرت بسیار بالایی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. این مواد را مقاوم می‌گویند و برای ساختن پل‌ها و ساختمان‌ها از آن‌ها استفاده می‌کنند. مقاومت ویژگی متفاوتی از سختی است. مواد سخت را نمی‌توان خم کرد و یا به‌آسانی خراش انداخت؛ زیرا ذرات آن‌ها در یک الگوی منظم، به‌نام **ساختار بلوری**، مرتب شده‌اند.

▶ پل معلق

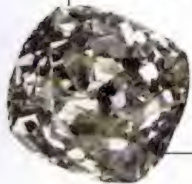
پل گلدن گیت (دروازه طلایی) در سانفرانسیسکو، ایالات متحده، یک پل معلق است. این پل از هزاران کابل فولادی، ستون‌های فولادی، و پایه‌های بتنی ساخته شده است. مقاومت پل ناشی از مواد مقاوم و مهندسی خوب آن است.

ستون‌های فولادی

از شبکه‌ی کابل‌های نگهدارنده‌ی کف پل حمایت می‌کنند

مقیاس سختی MOHS

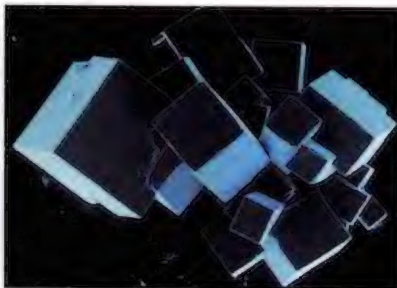
کانی	MOH
الماس	۱۰
کوارتضم	۹
توپاز (زبرجد)	۸
کوارتز	۷
فلداسپار	۶
آپاتیت	۵
فلونوریت	۴
کلسیت	۳
جیپسوم	۲
تالک	۱



الماس

ساختار بلوری

ساختار بلوری بیشتر جامدات، از جمله فلزات، نمک، و شکر، از بلورهای ریز تشکیل شده است. ذرات آن‌ها در الگوهای منظم سه‌بعدی به‌صورت مکعب یا شکل‌های شش وجهی مرتب شده‌اند. همه جامدات این گونه نیستند. مثلاً ذرات شیشه، الگوی منظمی ندارند و شیشه دارای ساختار بلوری نیست. این گونه ساختار را غیربلوری می‌گویند.



◀ ساختار نمک

هر ذره‌ی نمک طعام از هزاران بلور کوچک تشکیل شده است که بدون کمک میکروسکوپ‌های الکترونی اسکن کننده قابل مشاهده نیستند. بلورهای نمک مکعب شکل هستند. در این‌جا رنگ شده‌اند تا ساختار آن‌ها به‌وضوح دیده شود. بلورها شکل‌های مختلف دارند: مکعب، هرمی، شش وجهی و منشوری.

بلور شش وجهی

با نوک‌های تیز در هردو انتها

▶ بلور کوارتز

بلورهای کوارتز به‌اندازه‌ای بزرگ هستند که با چشم دیده می‌شوند. کوارتز فراوان‌ترین کانی است که در بسیاری از سنگ‌ها یافت می‌شود. بیشتر ماسه‌های روی زمین از دانه‌های کوارتز تشکیل شده‌اند. کوارتز در حالت خالص شفاف است اما در اثر ناخالصی‌ها به رنگ‌های مختلف درمی‌آید.

پایه‌ی بتونی

سکوی تانگی را برای نگهداری ستون‌ها به‌وجود می‌آورد

مایعات

آب در هنگامی که در رودخانه جاری است به طور دائم شکش عوض می شود و فضای موجود را پر می کند. آب یک مایع است و مایعات جاری هستند و شکل ثابتی ندارند و شکل ظرف را به خود می گیرند. اگر مایع را از لیوان در بشقاب بریزید، حجم مایع (فضایی که اشغال می کند) ثابت می ماند اما شکل آن تغییر می کند.

▶ قدرت جریان

مایعی که جریان سریع دارد، مثل آب در هنگام ریزش از آبشار، انرژی فراوانی دارد. قدرت جریان آب را می توان برای به گردش در آوردن چرخ ها و راه اندازی ماشین آلات و حتی تولید الکتریسیته به کار گرفت. مایعاتی که جریان سریع دارند، مثل امواج جزر و مدی، ممکن است خسارات فراوانی هم به بار آورند.

▶ غلظت

تند یا کند بودن جریان یک مایع را ویسکوزیته یا غلظت آن می گویند. نفت خام مایعی است که به آسانی جاری نمی شود و می گوئیم غلظت آن بالا است. گرم کردن نفت خام غلظت آن را پایین می آورد و باعث می شود در لوله ها آسان تر جاری شود. مایعات دیگر، مثلاً آب، بدون حرارت هم جریان روان دارند چون غلظت آب پایین است.

نفت خام
به کندی فرو می چکد

e

مایعات
liquids

▶ حجم

با وجودی که ظاهر این دو ظرف مختلف است اما حجم مایعی که نگه داشته اند مساوی است. حجم مایع یعنی میزان فضای که اشغال کرده است. مایعات وقتی از یک ظرف به ظرفی دیگر منتقل می شوند با وجود تغییر شکل حجمشان ثابت می ماند. به همین دلیل مایعات را معمولاً با حجم آن ها (لیتر یا گالن) اندازه گیری می کنند.

حجم مایع

در ظرف بلند مساوی
حجم آن در ظرف
کوتاه است

مایع

شکل عوض کرده ولی
حجم عوض نکرده است

▶ ذرات مایع

نیروی بین ذرات مایع ضعیف تر از نیروی بین ذرات جامد است. بنابراین ذرات مایع فاصله بیشتری با هم دارند و آسان تر جا به جا می شوند. به دلیل جا به جایی ذرات، مایعات می توانند جاری باشند و شکل ظرفشان را به خود بگیرند.

جیوه فلز مایعی است
که روی سطوح صاف
به صورت گلوله های
کوچک در می آید

▲ نیروی همگیری ملکولی

جیوه فلزی مایع و بسیار سمی است. وقتی جیوه روی یک سطح صاف ریخته شود می غلظد و به شکل گلوله های کوچک در می آید. نیروهای بین ذرات جیوه بسیار نیرومند هستند و در نتیجه ذرات از هم جدا نمی شوند. این نیروهای نگهدارنده ذرات همجنس را نیروی همگیری (چسبندگی) می گویند. ذرات آب چنین همگیری نیرومندی ندارند و در نتیجه روی سطح پخش می شوند.

پاهای سبک

آب رووک سطح
آب را نمی شکافند

▲ کشش سطحی

بعضی حشرات، مثل آب رووک، می توانند بدون فرو رفتن در آب روی آن راه ببرند. این بدان دلیل است که نیروی کشش بین ذرات آب، ذرات واقع بر سطح را چسبیده به یکدیگر نگه می دارد. این کشش را کشش سطحی می گویند که به گونه ای عمل می کند که گویی یک پوست نامرئی بر روی آب کشیده شده است.

گازها

گازها در همه جا یافت می شوند اما با وجودی که بسیاری از آن ها، مثل عطر، را می توان بو کرد، اما بیشترشان دیده نمی شوند. گازها نیز مثل مایعات جاری می شوند اما برخلاف جامدات و مایعات، در جایی که قرار گرفته اند باقی نمی مانند. گازها شکل و حجم ثابتی ندارند و در جهت های مختلف جاری می شوند تا فضایی را که در آن قرار گرفته اند کاملاً اشغال کنند. اگر ظرف درپوش نداشته باشد گاز خارج می شود.



ذرات گاز

ذرات گاز با سرعتی حدود ۱۶۰۰ کیلومتر در ساعت جابه جا می شوند. فاصله ی این ذرات با یکدیگر زیاد است و از این رو می توانند در جهت های مختلف آزادانه حرکت کنند. گازها انبساط می یابند و ظرفی را که اشغال کرده اند پر می کنند، در اثر برخورد ذرات گاز با یکدیگر، به دلیل قوی نبودن نیروی نگهدارنده ی آن ها، ذرات از یکدیگر دور می شوند.

مشعل، هوای

درون بالن را گرم می کنند

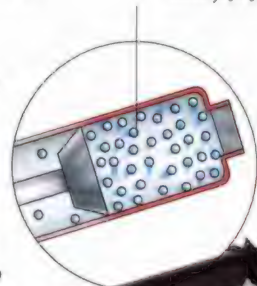


انبساط

در بالن های هوای داغ، هوای درون بالن به وسیله ی یک مشعل گرم می شود. در نتیجه، ذرات هوا انرژی بیشتری پیدا می کنند و حرکشان تندتر می شود. و هنگام جابه جایی فاصله ی بیشتری با یکدیگر می یابند و به دیواره های بالن فشار وارد می کنند. گرما همیشه باعث انبساط گازها می شود. اگر بادکنکی را کنار آتش قرار دهید هوای درون آن ممکن است انقدر انبساط یابد که بادکنک پتد.

ذرات گاز

وادر به نزدیک تر شدن به یکدیگر شده اند



تراکم

گازها را می توان به آسانی فشرده یا متراکم کرد. وقتی تلبیه ی دوجرخه را به پایین فشار می دهید هوای درون آن را وادر می کنید فضای کمتری را اشغال کند. ذرات هوا به یکدیگر نزدیک تر می شوند و با قدرت بیشتری به دیواره های تلبیه و به یکدیگر فشار وارد می کنند.

لوله تلبیه

در اثر برخورد ذرات هوا با آن گرم می شود



فشار

وقتی شیشه ی نوشابه ی گازداری را محکم تکان بدهیم، اگر درپوش آن محکم نباشد ممکن است به هوا پیرد. نوشابه ی درون بطری حاوی تعداد فراوانی حباب های کوچک گاز است که تکان دادن بطری موجب آزاد شدن گاز می شود و ذرات پرسرعت گاز به درپوش فشار می آورند. فشار بالایی از زیر به درپوش وارد شده و آن را به هوا می پراند.



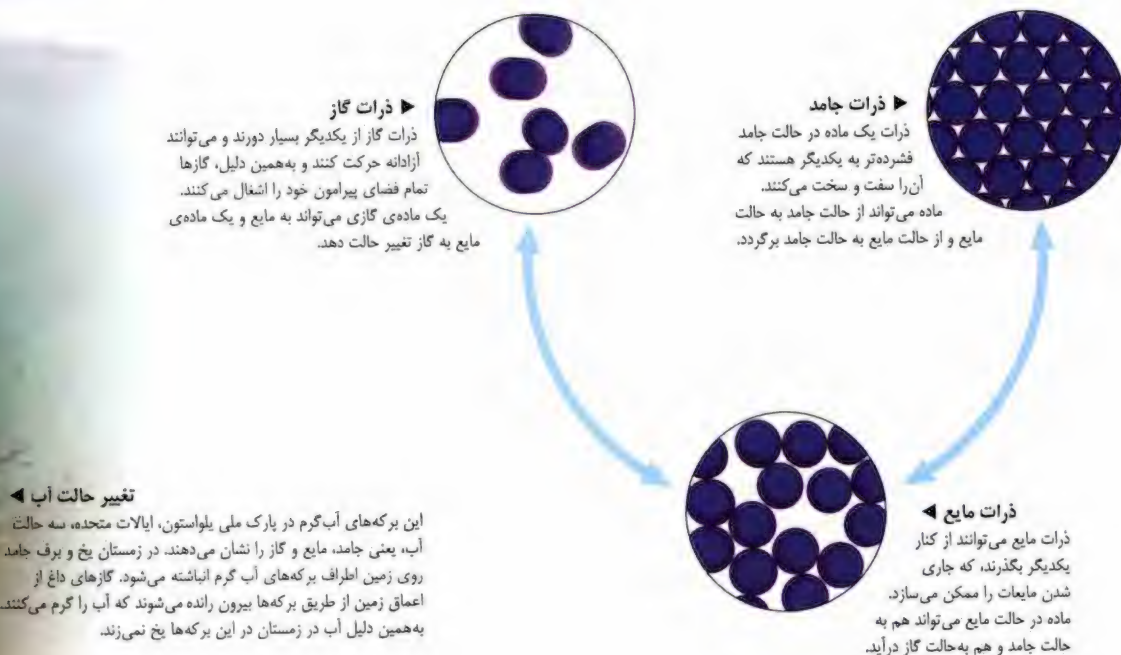
بخار

بخار گازی است که از یک مایع قبل از رسیدن آن به نقطه ی جوش سامع می شود. آب در ۱۰۰ درجه سانتیگراد بخار می شود. اما حتی در دماهای پایین تر نیز مقداری از ذرات آب از درون مایع بیرون آمده و به صورت گاز (به نام بخار) وارد هوا می شود. وقتی بخار کمی سردتر می شود گاز دوباره به صورت مایع درمی آید - که به شکل مه یا شبنم دیده می شود.



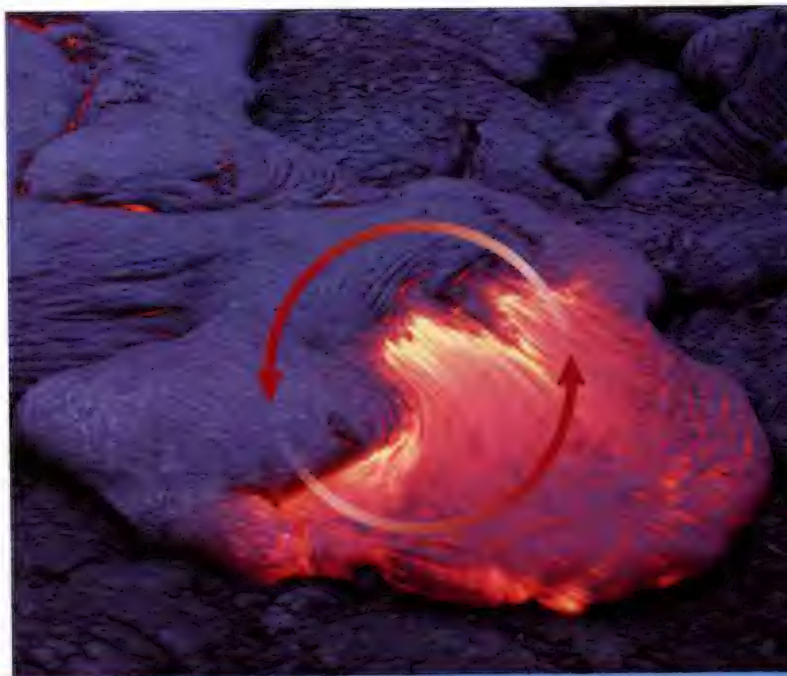
تغییر حالت

ماده به یکی از سه شکل جامد، مایع یا گاز وجود دارد. این‌ها را حالت‌های ماده می‌گویند. ماده می‌تواند در صورت گرم یا سرد شدن از یک حالت به حالتی دیگر تغییر کند. اگر یخ (جامد) حرارت داده شود به آب (مایع) تبدیل می‌شود. این تغییر حالت را **ذوب شدن** می‌گویند. اگر آب را حرارت دهیم به بخار (گاز) تغییر شکل می‌دهد. این تغییر را **جوش آمدن** می‌گویند. ذرات یخ، آب و بخار یکسان هستند اما شیوهی آرایش آن‌ها در کنار یکدیگر متفاوت است.



ذوب شدن

اگر جامدات را حرارت دهیم ذرات آن‌ها انرژی بیشتری پیدا می‌کنند و ارتعاششان بیشتر می‌شود. ذرات در یک دمای خاص چنان به ارتعاش می‌آیند که ساختار منظم آن‌ها از هم می‌پاشد. در این نقطه، جامد ذوب و به مایع تبدیل می‌شود. دمایی که این تغییر از جامد به مایع در آن رخ می‌دهد نقطه‌ی ذوب گفته می‌شود. هر جامد دارای نقطه‌ی ذوب مشخصی در فشار هوای معمولی است. هر چه فشار هوا کمتر باشد - مثل نوک کوه‌ها - نقطه‌ی ذوب پایین‌تر است.



▶ انجماد

لاوا (گدازه) سنگ مایعی است که در دماهای بسیار بالا (بیش از ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد) از دهانه آتش‌فشان بیرون می‌آید. گدازه‌ی بسیار داغ در برخورد با سطح زمین سرد می‌شود و دوباره به حالت سنگ جامد بر می‌گردد. این تغییر از مایع به جامد را انجماد می‌گویند که فرایندی برخلاف ذوب است.





▲ پلاسمای خورشیدی

هاله‌ی درخشان دور خورشید که در خورشیدگرفتگی (کسوف) کامل دیده می‌شود از یک حالت چهارم ماده به نام پلاسمای تشکیل شده است. پلاسمای زمانی شکل می‌گیرد که انرژی بسیار بسیار بالایی به گاز داده شود - مثل گرم کردن یا عبور الکتریسیته از درون گاز. این انرژی بالا ذرات گاز را از هم می‌شکافد و این ذرات به قسمت‌های کوچکتری تقسیم می‌شوند که به دلیل داغ بودن می‌درخشند.

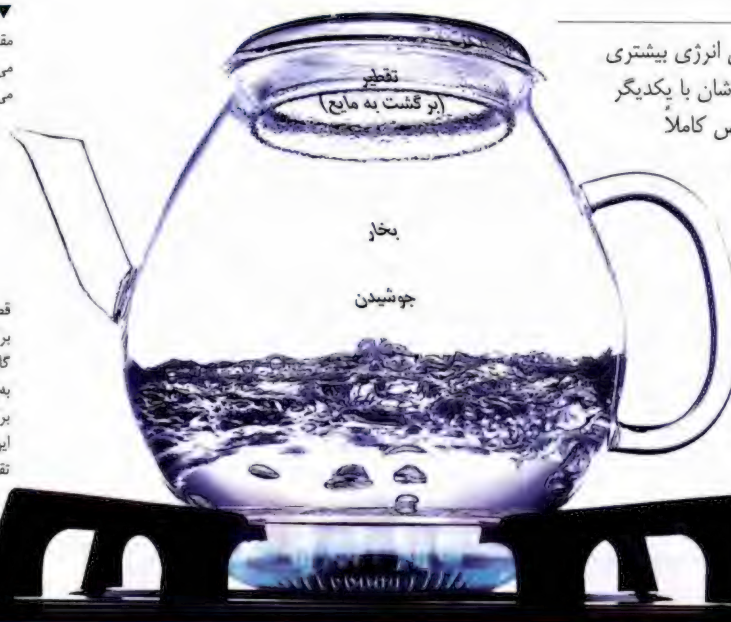


◀ شبنم یخ زده

شبنم یخ زده یا سرماریزه به قطعات سوزن شکل یخی گفته می‌شود که روی برگ‌ها تشکیل می‌شود. بخار آب (گاز) موجود در هوا در دمای $-9/5$ درجه سانتیگراد مستقیماً به یخ (جامد) روی برگ‌ها بدون عبور از مرحله‌ی مایع تبدیل می‌شود. این عمل را تصعید (فرازش) یعنی عبور مستقیم از حالت گاز به جامد می‌گویند. بیشتر گازها وقتی خنک شوند ابتدا به مایع تبدیل می‌شوند و بعد در صورت کاهش بیشتر دما به جامد تبدیل می‌شوند.

جوش آمدن

وقتی یک مایع را حرارت می‌دهیم، ذرات آن انرژی بیشتری به دست می‌آورند و حرکتشان تندتر و فاصله‌شان با یکدیگر بیشتر می‌شود. ذرات مایع در یک دمای خاص کاملاً از یکدیگر جدا می‌شوند و مایع به گاز تبدیل می‌شود. این دما را نقطه‌ی ذوب می‌گویند. نقطه‌ی ذوب هر ماده همواره ثابت است و تغییر نمی‌کند.



▼ تبخیر

مقداری از آب کتری بدون جوش آمدن نیز تبدیل به گاز می‌شود. این عمل را تبخیر می‌گویند. تبخیر زمانی رخ می‌دهد که گاز در دمای بسیار پایین‌تر از نقطه‌ی جوش خود به حالت گاز در می‌آید. در هر مایع همواره تعدادی ذرات وجود دارد که انرژی کافی برای آزاد شدن از بقیه و تبدیل شدن به گاز دارند.

◀ تقطیر

قطرات شبنمی که پس از یک شب سرد روی برگ‌ها دیده می‌شود آبی است که به صورت گاز در هوا وجود داشته و در اثر سرد شدن به صورت قطرات ریز مایع بر روی برگ‌ها و پنجره‌ها فرو نشسته‌اند. این تغییر از حالت گاز به مایع را تقطیر می‌گویند.

◀ بخار نامرئی

آب وقتی به 100 درجه سانتیگراد می‌رسد به جوش می‌آید. این دمایی است که آب در آن به بخار تبدیل می‌شود. بخار، گازی نامرئی است اما وقتی به درکتری می‌رسد دوباره خنک و مقداری از آن به مایع تبدیل می‌شود که مخلوط با بخار است و ما می‌توانیم آن را ببینیم.

مخلوط‌ها

تقریباً همه‌ی اشیا از مواد مختلف مخلوط با هم درست شده‌اند. اشیا را فقط زمانی می‌توانیم به‌آسانی به‌عنوان مخلوط تشخیص دهیم که اندازه‌ی ذرات آن‌ها به‌اندازه‌ی بزرگ باشد که بتوانیم آن‌ها را ببینیم. دانه‌های فندق، بادام، نخودچی و کشمش در یک کاسه آجیل مخلوطی است که اجزای آن به‌آسانی دیده می‌شوند. ولی یک لیوان آب میوه ظاهراً شباهتی به مخلوط ندارد چون ذرات ریز میوه و آب آن کوچک هستند. این نوع مخلوط را **محلول** می‌گوییم - که ذرات یک ماده در ماده‌ی دیگر حل شده‌اند.

اندازه‌ی ذرات

مخلوط‌ها انواع مختلف دارند، که بسته به‌میزان کوچکی ذراتشان، به گروه‌هایی تقسیم می‌شوند. مخلوطی مانند ماسه، ذرات بزرگ دارد. آب گل‌آلود نیز مخلوطی است که آن را تعلیق (سوسپانسیون) می‌گویند که در آن، ذرات کوچک‌تر از آنند که پس از مخلوط شدن دیده شوند، اما به تدریج در ظرف ته‌نشین می‌شوند. به مخلوطی مانند مه (آب و هوا) مخلوط کلوئیدی گفته می‌شود که ذرات آن آنقدر کوچکند که نمی‌توانند ته‌نشین شوند.



ماسه حاوی کورانتز است

مخلوط‌های درشت

ذرات بعضی مخلوط‌ها آنقدر بزرگند که بدون میکروسکوپ هم دیده می‌شوند. اگر با دقت به یک مشت ماسه نگاه کنید می‌توانید دانه‌هایی با رنگ‌های مختلف را ببینید که با هم مخلوط شده‌اند. بعضی ماسه‌ها دانه‌های درشت‌تری دارند و هر چه اندازه‌ی دانه‌ها کوچک‌تر باشد ماسه نرم‌تر و پودر ماندتر است.

ذرات غبار

معلق در هوا



سوسپانسیون

وقتی حجم بزرگی از غبار از دهانه‌ی آتش‌فشان بیرون می‌آید، این غبار در واقع مخلوطی از خاکستر جامد (پودر باقیمانده از مواد سوخته شده)، گازهایی مانند دی‌اکسید کربن است. این ابر غباری برای مدتی در هوا معلق می‌ماند اما به تدریج، ذرات ریز خاکستر بر زمین فرو می‌نشینند و آن را می‌پوشانند. ابر آتش‌فشانی نمونه‌ای از یک سوسپانسیون یا تعلیق است.

ذرات فراوان

سنگ‌ها، ماسه و آب دریا مخلوط‌هایی از مواد یکسان هستند اما در اندازه‌های مختلف ذرات - مانند کانی‌های فلداسپار، میکا و کورانتز، صخره‌ها این مواد را در حجم بالا دارند و ماسه به‌صورت دانه‌های ریز، و آب دریا به شکل ذرات حل شده‌ای است که به چشم دیده نمی‌شود. یاران و رودخانه‌ها در عبور از روی سنگ‌ها این کانی‌ها را در خود حل می‌کنند.

آب دریا حاوی کانی‌های حل‌شده‌ی صخره‌ها و سنگ‌هاست



ذرات رنگ

پراکنده در تیله‌ی شیشه‌ای

کلوئید

کلوئید مخلوطی متشکل از ذرات ریز پراکنده شده‌ی یک ماده در ماده‌ی دیگر است - مثل ذرات رنگ مخلوط شده یا شیشه در یک تیله‌ی رنگی. ذرات در یک کلوئید کوچکتر از ذرات موجود در یک سوسپانسیون هستند اما از ذرات موجود در محلول بزرگترند. این ذرات آنقدر کوچک و سبکند که هیچگاه ته‌نشین نمی‌شوند.

امولسیون

شیر، از ذرات کوچک چربی شناور در آب تشکیل شده است. به این نوع امولسیون کلوئید می‌گویند، که در آن، ذرات چربی در آب شناور می‌مانند و مایع یا خمیری کرم مانند تولید می‌کنند. مایونز، رنگ‌های امولسویی، رزلب و کرم صورت از دیگر انواع امولسیون هستند.

ذرات چربی

شناور در آب



سنگ منبع اولیه
کانی‌هاست

مخلوط‌های کانی

تمام سنگ‌ها و صخره‌ها مخلوط‌هایی از موادی طبیعی به نام کانی‌ها هستند. گرانیت یک سنگ ساخته شده از سه کانی به رنگ‌های مختلف به نام فلداسپار، میکا و کوارتز است. دانه‌های صورتی گرانیت فلداسپار، دانه‌های سیاه میکا و دانه‌های خاکستری کم رنگ شیشه ماندش از جنس کوارتز هستند. گرانیت معمولاً از تقریباً ۷۵ درصد فلداسپار، ۵ درصد میکا و ۲۰ درصد کوارتز تشکیل شده است. این مقادیر ممکن است تفاوت کنند و سنگ‌های گرانیت اغلب مقادیر کمی از دیگر کانی‌ها را نیز در خود دارند.



کوارتز



میکا



فلداسپار

ماسه از ذرات سنگ‌هایی
تشکیل شده است که به مرور
زمان خرد و کوچک شده‌اند

محلول‌ها

محلول به مخلوطی می‌گویند که ذرات مختلف آن کوچک و به‌طور یکنواخت در هم آمیخته شده باشند. محلول‌ها اغلب از حل شدن یک جامد در یک مایع - مثل شکر در آب - تشکیل می‌شوند. شکر را محلول و آب را حلال می‌گویند. محلول‌ها می‌توانند همچنین از مایعی حل شده در مایع دیگر باشند؛ مثل مایعات ضدعفونی، که مخلوط آب و الکل هستند؛ و یا ممکن است گاز مخلوط شده با گاز دیگر باشد؛ مثل اکسیژن حل شده در نیتروژن هوا.



محلول جامد

فلز رود که در کپسول‌های آتش‌نشانی به کار می‌رود، آلیاژی (مخلوط فلزات) از بیسموت، سرب، قلع و کادمیوم است. این مخلوط فلزی درجه‌ی ذوب بسیار پایینی دارد: ۷۱ درجه سانتیگراد. از این مخلوط به‌عنوان جسکر در کپسول‌های خودکار آتش‌نشانی استفاده می‌شود. اگر دمای محیط بالا برود، آلیاژ فلزی ذوب و آب به اطراف پاشیده می‌شود.

محلول گازی

یکی دیگر از انواع محلول‌ها حل شده‌ی یک گاز در مایع است. وقتی قرص ویتامین در آب حل شود، دی اکسید کربن آزاد شده و به حل سریع قرص کمک می‌کند. نوشابه‌های گازدار نیز محلول‌های گاز در مایع هستند. گاز را تا زمانی که به‌صورت محلول وجود دارد نمی‌توانید ببینید. زمانی که گاز به‌صورت حباب از محلول خارج می‌شود، می‌توانید آن را مشاهده کنید.



جداسازی مخلوط‌ها

مواد موجود در یک مخلوط را می‌توان به کمک تفاوت ویژگی‌های فیزیکی آن‌ها، مثل اندازه‌ی ذرات، از هم جدا کرد. هر چه ویژگی‌ها متفاوت‌تر باشد، جدا کردن مواد آسان‌تر است. برگ‌های چای در آب حل نمی‌شوند، بنابر این می‌توانیم با استفاده از صافی، آن‌ها را جدا کنیم. ذرات موجود در مخلوط‌های دیگر ممکن است بسیار کوچک‌تر باشند. در رنگ‌نگاری مواد بسیار ریز و میکروسکوپی را به کمک درجه‌ی اتصال آن‌ها به دیگر مواد جدا می‌کنند.



طالاشویی

برای جدا کردن ذرات ریز طلا در رودخانه‌ها، مخلوط ماسه، گل و ریگ را برمی‌دارند و در یک ظرف می‌چرخانند. ذرات طلا سنگین‌تر از دیگر ذرات هستند و در ته ظرف باقی می‌مانند. ذرات سنگین در آب معلق می‌مانند و از آن استخراج می‌شوند. این شیوه‌ی استخراج طلا را "طالاشویی" می‌گویند. کره را نیز به همین شیوه از شیر جدا می‌کنند، چون کره چگالی کمتری نسبت به شیر دارد.



دماسنج، دمای گاز در حال تبخیر را نشان می‌دهد.

تقطیر

در جریان تقطیر، یک مخلوط مرکب از مایعات مختلف را در یک ظرف جراثت می‌دهند. مایعی که دمای ذوب پایین‌تری دارد زودتر تبخیر می‌شود و به بیرون ظرف تقطیر هدایت و جمع‌آوری می‌گردد. مایعی که بالاترین نقطه‌ی ذوب را دارد و همچنین ذرات جامد محلول، در ظرف باقی می‌مانند. در تقطیر جزء به جزء مایعات مختلف را یکی یکی، به ترتیب دمای ذوب آن‌ها، جدا می‌کنند. صنعت پتروشیمی یا استفاده از این شیوه نفت خام را پالایش می‌کند.

جداسازی
مخلوط‌ها
separating
mixtures

بخار وارد لوله‌ی تقطیر بیرونی می‌شود.

بخار به کمک آب سرد بیرونی لوله خنک می‌شود.

آب از لوله‌ی بیرونی تقطیر خارج می‌شود.

مخلوط مرکب از محلول چند ماده‌ی مختلف.

آب سرد وارد لوله‌ی بیرونی تقطیر می‌شود.

مایع تقطیر شده به درون ظرف می‌چکد.

مشعل مخلوط را گرم می‌کند.



رنگ نگاری

دانشمندان با استفاده از رنگ نگاری یا کروماتوگرافی بسیاری از مخلوط‌های مایع را از هم جدا می‌کنند. مخلوط را در یک مایع حل می‌کنند تا محلولی به دست آید. محلول را روی یک ماده جامد می‌گذارند و موادی که آسان‌تر حل شده‌اند از ماده‌ی جامد بیشتر فاصله می‌گیرند. مواد جدا شده از نوارهای رنگ را کروماتوگرام می‌گویند. دانشمندان تغذیه با بررسی کروماتوگرام‌ها مشخص می‌کنند که هر ماده غذایی چه مواد افزودنی و رنگی دارد.

صافی یا گریز ثابت
رنگ داشته می‌شود

میله‌ی روی شیشه‌ها
برای نگه‌داری گیره‌ها

رنگ آبی به سمت
بالای کاغذ می‌رود

آب در کاغذ شروع به بالا
رفتن کرده و رنگ‌ها را با
خود حمل می‌کند

لایه‌ی پایینی کاغذ صافی
در آب قرار دارد

رنگ نگاری کاغذی

دانشمندان تغذیه با استفاده از رنگ‌نگاری کاغذی رنگ‌ها را از مواد غذایی جدا و تجزیه و تحلیل می‌کنند. یک قطره از رنگ روی یک فیلتر کاغذی ریخته می‌شود. لایه‌ی پایینی فیلتر را در آب قرار می‌دهند. با بالا رفتن آب در کاغذ، رنگ‌ها به بالا حرکت می‌کنند. بعضی رنگ‌ها سریع‌تر از بعضی دیگر بالا می‌روند و مواد به شکل نوارهایی از رنگ‌های مختلف تقسیم می‌شوند.

رنگ‌نگاری لایه‌ی نازک

دانشمندان ژنتیک از رنگ‌نگاری لایه نازک (TLC) برای مطالعه‌ی مواد تشکیل دهنده‌ی زن‌ها استفاده می‌کنند. در این روش، ماده‌ی جامد یک صفحه‌ی شیشه‌ای یا پلاستیکی با روکشی از یک ماده‌ی شیمیایی - معمولاً اکسید آلومینیوم یا اکسید سیلیکان - است. مخلوط مایع به سمت بالای مایع حرکت می‌کند و بعضی از مواد بیش از بعضی دیگر جلو می‌روند. مواد به شکل قطعه‌هایی روی صفحه ظاهر می‌شوند. دانشمندان از مطالعه‌ی زن‌ها به ویژگی‌های وراثتی بی می‌زنند.

صافی کردن

وقتی مواد تشکیل دهنده‌ی یک مخلوط ذراتی با اندازه‌های مختلف داشته باشند می‌توان آن‌ها را با صافی کردن جدا کرد. مخلوط را از یک الک یا صافی می‌گذرانند. ذرات ریز از سوراخ‌ها می‌گذرند ولی ذرات بزرگ‌تر باقی می‌مانند. صافی کردن، اولین مرحله در تصفیه‌ی آب است. شیمیدان‌ها از صافی‌هایی به نام ژئولیت استفاده می‌کنند. این صافی‌ها سوراخ‌های بسیار ریزی دارند که می‌توانند ذرات بسیار ریز را از آب جدا کنند.

ذرات بزرگ‌تر

در لایه‌ی شن گیر می‌افتند

آب صافی شده فقط
خاوی مایع است

آب کثیف مخلوطی از
ذرات جامد و مایع است

▲ صافی کردن آب کثیف

به کمک یک صافی می‌توان آب کثیف را به آب تمیز تبدیل کرد. ظرفی با یک سوراخ در ته آن را درون ظرف دیگری قرار دهید و یک کاغذ صافی ته آن بگذارید. سپس یک لایه زغال، یک لایه ماسه و یک لایه شن و ریزه ریزه ته ظرف سوراخ دار بپاشید. وقتی آب کثیف را در ظرف بپاشید لایه‌ها به ترتیب، لایه‌های درشت‌تر را نگه می‌دارند و لایه‌های کوچک‌تر به لایه‌های زیرین می‌روند که در آنجا هم ذرات تره‌اشنان گیر می‌افتند و به این ترتیب ادامه می‌یابد تا آب صاف به دست آید که الزاماً قابل آشامیدن نیست.

▶ سانتریفوژ کردن

سانتریفوژ نشه یک ماشین خشک کن با سرعت بسیار بالاست. در اثر چرخش سریع آن، ذرات حل شده در مایع از هم جدا می‌شوند. ذرات سنگین‌تر به وسط و کف ظرف منتقل می‌شوند و هر چه ذرات سنگین‌تر باشند به سطح مایع نزدیک‌تر می‌شوند. در آزمایشگاه برای آزمایش خون از این روش استفاده می‌شود.

۱ خون را در یک شیشه‌ی کوچک می‌ریزند. رنگ قرمز خون به دلیل وجود گلبول‌های قرمز خون است که از همه سنگین‌ترند.

۲ لوله را با گیره در داخل سانتریفوژ ثابت قرار می‌دهند. هر دستگاه سانتریفوژ می‌تواند تا پنجاه لوله آزمایش را در خود جای دهد.

۳ در دستگاه محکم بسته می‌شود و دستگاه با سرعتی تقریباً ۴۰۰۰ دور در دقیقه شروع به چرخش می‌کند.

۴ گلبول‌های قرمز خون در ته لوله باقی می‌ماند و پلاسما مایع زرد به سطح لوله می‌آید.

سپول‌های قرمز خون را می‌توان
برای استفاده‌های بعدی یخ زده کرد



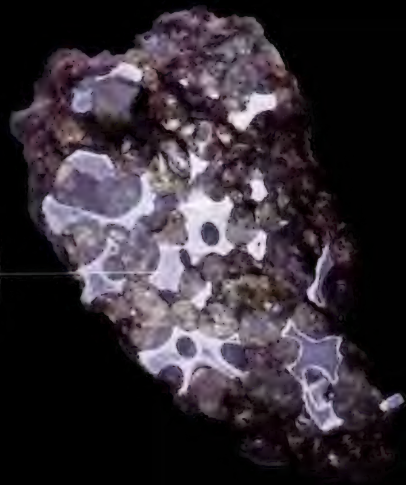
عناصر

تمامی عناصر اطراف شما از ترکیب‌های مختلف موادی به نام عناصر تشکیل شده‌اند. عناصر مواد خالصی هستند که نمی‌توان آن‌ها را تجزیه کرد. طلا و نقره از جمله عناصری هستند که به‌طور خالص یافت می‌شوند. اما بیشتر عناصر در ترکیب‌های دو، سه و یا چندتایی با یکدیگر یافت می‌شوند. **عناصر طبیعی** آن‌هایی هستند که در زمین یافت می‌شوند. **عناصر مصنوعی** آن‌هایی هستند که در آزمایشگاه‌ها ساخته می‌شوند و اغلب فقط در آزمایشگاه یافت می‌شوند.

شهاب سنگ

یک عنصر صرفنظر از این که در کجا یافت شود همان خواص خود را دارد. مثلاً، شهاب سنگ‌ها سنگ‌های بزرگی هستند که از فضا بر روی زمین نازل شده‌اند. بعضی از آن‌ها حاوی فلزاتی چون آهن هستند که یک عنصر طبیعی است. آهن یافت‌شده در شهاب سنگ دقیقاً همان آهنی است که در سنگ‌های زمین یافت می‌شود.

پراوده های آهن



مثلاً عناصر

تمام عناصر روی زمین در قالب ستاره‌های در حال انفجار شکل گرفته‌اند. چنان‌که تنها فقط از دو عنصر هیدروژن و هلیوم ساخته شده بود که ستاره‌ها را به‌وجود آوردند. در حقیقت یوزان این ستاره‌ها الم‌های هیدروژن و هلیوم با یکدیگر ترکیب شدند و عناصر جدید به وجود آمدند. حتی عناصر سنگین‌تر نیز در انفجارهای ستارگان بسیار بزرگ، به نام ابرانجر، ایجاد شدند.

شمش‌های طلای خالص

تعداد کمی از عناصر طبیعی به‌طور خالص یافت می‌شوند. بیشتر آن‌ها در ترکیب با عناصر دیگر قرار دارند. فلز طلا یکی از استثناها است. طلای خالص را می‌توان از شکاف‌های صخره‌ها و معادن طلا استخراج کرد. طلای خالص جز ذرات طلا هیچ چیز دیگری همراه ندارد.



جان دالتون

انگلیسی، ۱۷۶۶-۱۸۴۴
جان دالتون شیمی‌دان انگلیسی گازهای هوا را مطالعه کرد. به اعتقاد او همه چیزها از مواد ساده‌ای به نام عناصر تشکیل شده‌اند. به اعتقاد او ویژگی‌ها و خواص هر ذره از یک عنصر دقیقاً مانند ذرات آن و متفاوت از خصوصیات هر عنصر دیگری است.

لایه‌های بیرونی ستاره در یک انفجار عظیم به بیرون پاشیده می‌شود.

e
عناصر
elements

عناصر موجود در پوسته‌ی زمین

درصد	عناصر
۴۷	اکسیژن
۲۸	سیلیکون
۸	آلومینیوم
۵	آهن
۳/۵	کلسیم
۳	سدیم
۲/۵	پتاسیم
۲	میزریم
۱	تمام عناصر دیگر

عناصر طبیعی

نود عنصر طبیعی در زمین وجود دارد که هیدروژن سبک‌ترین و اورانیوم سنگین‌ترین آن‌ها است. آلومینیوم، کربن، مس و اکسیژن از دیگر عناصر آشنا هستند. هر چیزی بر روی زمین از یک یا چند عنصر تشکیل شده است. اکسیژن فراوان‌ترین عنصر زمین و هیدروژن فراوان‌ترین عنصر کیهان است.

دمای بسیار بالای هستی ستاره عناصر سبک‌تر را در هم قشرده می‌کند و عناصر سنگین‌تری به وجود می‌آورد.

آلومینیوم

آلومینیوم یکی از عناصری است که در زمین فراوان یافت می‌شود اما هیچ وقت به تنهایی یافت نمی‌شود. باید آن را از سنگ‌هایی به نام سنگ معدن استخراج کرد. فرایند استخراج آلومینیوم بسیار دشوار است و این کار در گذشته یکی از کارهای ارزشمندی تا پیش از انقلاب - به حساب می‌آمد. امروزه استخراج آن بسیار آسان شده است و آلومینیوم تقریباً در تمام وسایل روزمره‌ی زندگی به کار می‌رود.

یک سوپر نووا می‌تواند در

طول چندین هفته نوری فراوان از تمام کهکشان به اطراف پراکند

عناصر ایجاد شده در

یک سوپر نووا ستاره‌های جدیدی به وجود می‌آورد

آلومینیوم مانع به ذراتی
قابلیت ریخته و شمش
آلومینیوم تولید می‌شود

آلومینیوم چنانچه در محلی
که مقدار سنگ معدن مناسب
بزرگ و خنک شده است

عناصر مصنوعی

به طور طبیعی، عنصری سنگین‌تر از اورانیوم یافت نمی‌شود، اما دانشمندان می‌توانند دو عنصر سبک‌تر را در سرعت‌های بالا به یکدیگر برخورد داده و عنصر جدید و سنگین‌تری به وجود آورند. بسیاری از عناصری که به این صورت ساخته می‌شوند تقریباً بلافاصله از هم می‌پاشند و تجزیه می‌شوند، گرچه بعضی از آن‌ها تا چندین روز و حتی چندین هفته دوام می‌آورند. دانشمندان با ساخت این عناصر سعی دارند چگونگی تشکیل عناصر و تغییر آن‌ها را با سنگین‌تر شدن مطالعه کنند. پلوتونیوم و اینشتاینیوم از جمله عناصر مصنوعی هستند.

حلقه‌ی سیکلوترون

که در آن، ذرات با سرعت بالا به یکدیگر برخورد می‌کنند تا ذرات جدید و سنگین‌تر ساخته می‌شوند

▲ سیکلوترون

دانشمندان عناصر مصنوعی را در سیکلوترون ایجاد می‌کنند. سیکلوترون شامل یک مسیر دایره‌ای است که ذرات در آن پرتاب شده و سرعت بسیار بالایی به آن‌ها داده می‌شود و سپس به طرف هدف، که عنصر دیگری است، پرتاب می‌شوند و با برخورد با آن، عنصر جدیدی به وجود می‌آید. در سیکلوترون‌های بسیار بزرگ، حلقه‌ی حرکت عناصر چندین کیلومتر پهنا دارد و سرعت ذرات تا ۲۴۵۰۰۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد.

اتم کوچک‌ترین قسمت یک عنصر است که می‌تواند به تنهایی وجود داشته باشد. مثلاً مس از اتم‌های مس تشکیل شده است که با اتم‌هایی که اکسیژن را می‌سازند تفاوت دارند. اتم‌ها آنقدر کوچکند که نقطه‌ای انتهایی این جمله حدود ۲۰ میلیون برابر اندازه‌ی یک اتم است. در داخل اتم، ذرات کوچک‌تری وجود دارد که به آن‌ها ذرات اتمی می‌گویند. اتم شامل یک هسته است که پروتون‌ها و نوترون‌ها در آن قرار دارند و الکترون‌ها به دور آن می‌چرخند.



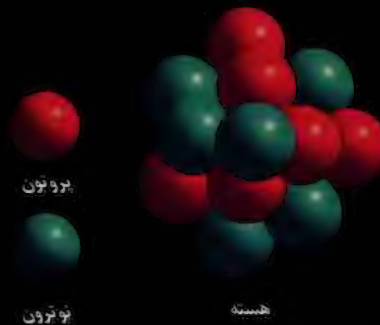
نیلز بور

دانمارکی، ۱۸۸۵-۱۹۶۲
بور، در ۱۹۱۳، مدل ساختار اتمی خود را منتشر کرد. در این مدل، الکترون‌ها در مدارهایی به دور هسته‌ی مرکزی می‌چرخند. او همچنین نظریه‌ی پوسته‌ی الکترونی را مطرح کرد که می‌گوید خواص یک اتم بستگی به چگونگی استقرار الکترون‌ها در پوسته‌ی آن دارد. بور در سال ۱۹۲۲ جایزه‌ی نوبل فیزیک را دریافت کرد.



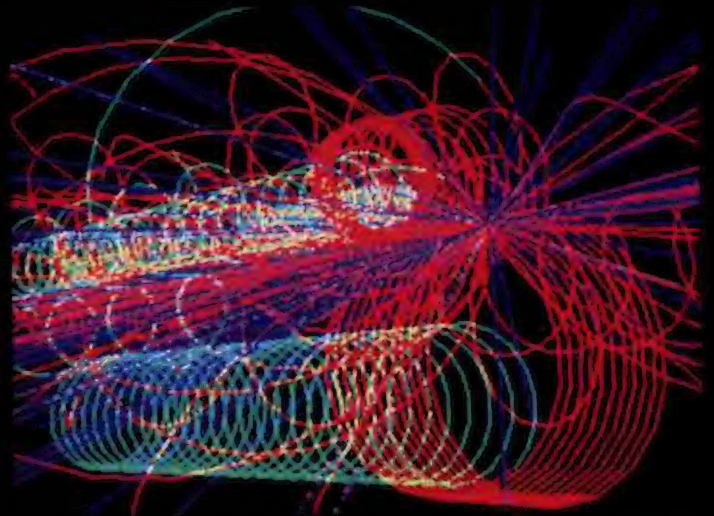
▲ استادیوم فوتبال

فرین کندی یک اتم با اندازه‌ی یک استادیوم فوتبال بزرگ‌نمایی شده باشد. هسته اتم به اندازه‌ی یک نخود در وسط استادیوم خواهد بود و الکترون‌ها در جانکادهای بیرونی می‌چرخند. فضای بین الکترون‌ها تا هسته خالی است.



هسته

هسته‌ی اتم نوبدی فشرده‌ای از پروتون‌ها و نوترون‌ها است. هسته‌ی اتم کربن ۶ پروتون و ۶ نوترون دارد. پروتون‌ها بار الکتریکی مثبت دارند و نوترون‌ها از نظر الکتریکی خنثی هستند. معنی هیچ بار الکتریکی ندارند. پروتون‌های مثبت معمولاً باید یکدیگر را دفع کنند، اما نیروی نگهدارنده‌ی هسته، آن‌ها را در کنار یکدیگر جمعاً می‌کند.



► مسیرهای حرکت ذرات

دانشمندان اتمی ذرات درون اتم‌ها را در سرعت‌های بالا در یک دستگاه مخصوص با یکدیگر برخورد می‌دهند تا کشف کنند که ذرات از چه چیزی ساخته شده‌اند. این ذرات به ذرات کوچک‌تری تقسیم می‌شوند. برخورد آن‌ها با یکدیگر مسیرهایی را باقی می‌گذارد که توسط آرایانه به صورت یک تصویر آرایه می‌شود. هر ذره مسیر خاص خود را دارد.

هر الکترون مدار متفاوتی دارد

جرم اتمی



اتم‌های عناصر مختلف جرم‌های متفاوت دارند. جرم هر عنصر بستگی به تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های موجود در هسته‌ی آن دارد. یک اتم هیدروژن دارای یک پروتون است و نوترون ندارد. بنابراین جرم اتمی آن ۱ است. هر چه جرم اتمی یک اتم بالاتر باشد آن اتم سنگین‌تر ولی کوچک‌تر خواهد بود.

جرم یک اتم گوگرد ۳۲ برابر یک اتم هیدروژن است

۳۲ هیدروژن = ۱ گوگرد



جرم یک اتم کربن ۱۲ برابر جرم ۸ اتم هیدروژن است

۸ هلیوم = ۱ گوگرد

جرم یک اتم اکسیژن ۱۶ برابر با جرم ۲ اتم کربن است

۲ اکسیژن = ۱ گوگرد

عدد اتمی

هر عنصر عدد اتمی متفاوتی دارد. عدد اتمی تعداد پروتون‌های هسته‌ی یک اتم است. اتم کربن شش پروتون در هسته‌ی خود دارد، بنابراین عدد اتمی آن ۶ است. اگر تعداد پروتون‌های هسته تغییر کند، اتم به عنصر کاملاً متفاوتی با ویژگی‌های متفاوت تبدیل خواهد شد.

نیروی اتم

الکترون‌ها، که بار منفی دارند، به وسیله‌ی نیروی الکترومغناطیسی به‌دور هسته نگهداری می‌شوند. نیروی هسته، که پروتون‌ها و نوترون‌ها را در هسته نگه می‌دارد، بزرگ‌ترین نیرو در طبیعت است. این نیرو ۱۰۰ برابر بزرگ‌تر از نیروی الکترومغناطیسی است.

بارهای الکتریکی

اتم معمولاً از نظر الکتریکی خنثی است، یعنی تعداد پروتون‌های مثبت و الکترون‌های منفی آن یکسان است؛ در نتیجه بارهای الکتریکی می‌توانند یکدیگر را خنثی کنند. مثلاً اتم کربن همیشه ۶ پروتون و ۶ الکترون و معمولاً ۶ نوترون دارد - اگر چه اتم‌های مختلف کربن می‌توانند تعداد نوترون‌های دیگری هم داشته باشند.

۶ پروتون

یا بار الکتریکی مثبت

۶ نوترون

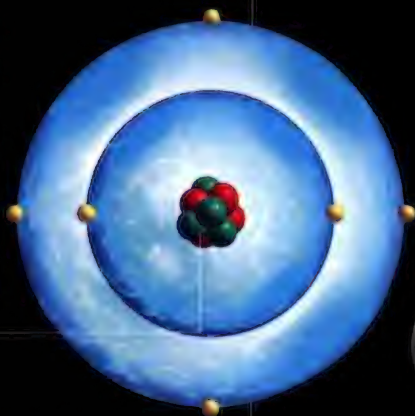
بدون هیچ بار الکتریکی

۶ الکترون

یا بار الکتریکی منفی

هسته‌ی کربن

۶ پروتون، ۶ نوترون دارد



e⁻
اتم‌ها
atoms

الکترون

به‌دور هسته می‌چرخد

مدار هر الکترون

به‌دور هسته در تمام

اتم‌های یک عنصر

یکسان است

لایه‌ی بیرونی

چهار الکترون دارد

لایه‌ی درونی

دو الکترون دارد

جدول تناوبی

جدول تناوبی در نگاه اول به نظر بسیار پیچیده می آید. این جدول حاوی تمام عناصری است که وجود دارد. عناصر به ترتیب عدد اتمی آن‌ها مرتب شده‌اند. عدد اتمی تعداد پروتون‌های هسته‌ی هر اتم است. عناصری که ویژگی‌های مشابه دارند در یک گروه قرار گرفته‌اند. ردیف‌های جدول از چپ به راست و ستون‌های آن از بالا به پایین مرتب شده‌اند. ردیف‌ها را تناوب‌ها و ستون‌ها را گروه‌ها می‌گویند.



دیمیتری مندلیف

روسی، ۱۸۳۴-۱۹۰۷

این شیمیدان مطمئن بود که عناصر دارای ترتیب خاص هستند. او اطلاعات مربوط به عناصر را جمع‌آوری و در سال ۱۸۶۹ جدولی تنظیم کرد که جدول کنونی تناوبی عناصر براساس آن تنظیم شده است. در آن زمان او بعضی خانه‌ها را خالی گذاشت چون حدس می‌زد عناصر آن‌ها بعداً پیدا خواهند شد. از جمله گالیوم، جرمینیم و اسکاندیم.

راهنما

عناصر جدول تناوبی را می‌توان با کدهای رنگی دسته‌بندی کرد. هر رنگ برای یکی از ۹ گروه به کار رفته است. هیدروژن به هیچ یک از ۹ گروه تعلق ندارد.

- فلزات قلیایی
- فلزات قلیایی-خاکی
- فلزات انتقالی
- عناصر خاکی کمیاب
- عناصر خاکی - رادیواکتیو کمیاب
- فلزات دیگر
- شبه فلزات
- غیر فلزات
- گازهای نادر
- هیدروژن

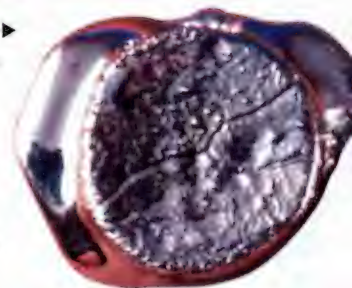
۱ H																	۲ He
۳ Li	۴ Be											۵ B	۶ C	۷ N	۸ O	۹ F	۱۰ Ne
۱۱ Na	۱۲ Mg											۱۳ Al	۱۴ Si	۱۵ P	۱۶ S	۱۷ Cl	۱۸ Ar
۱۹ K	۲۰ Ca	۲۱ Sc	۲۲ Ti	۲۳ V	۲۴ Cr	۲۵ Mn	۲۶ Fe	۲۷ Co	۲۸ Ni	۲۹ Cu	۳۰ Zn	۳۱ Ga	۳۲ Ge	۳۳ As	۳۴ Se	۳۵ Br	۳۶ Kr
۳۷ Rb	۳۸ Sr	۳۹ Y	۴۰ Zr	۴۱ Nb	۴۲ Mo	۴۳ Tc	۴۴ Ru	۴۵ Rh	۴۶ Pd	۴۷ Ag	۴۸ Cd	۴۹ In	۵۰ Sn	۵۱ Sb	۵۲ Te	۵۳ I	۵۴ Xe
۵۵ Cs	۵۶ Ba	۵۷-۷۱	۷۲ Hf	۷۳ Ta	۷۴ W	۷۵ Re	۷۶ Os	۷۷ Ir	۷۸ Pt	۷۹ Au	۸۰ Hg	۸۱ Tl	۸۲ Pb	۸۳ Bi	۸۴ Po	۸۵ At	۸۶ Rn
۸۷ Fr	۸۸ Ra	۸۹-۱۰۳	۱۰۴ Unq	۱۰۵ Unp	۱۰۶ Unh	۱۰۷ Uns	۱۰۸ Uno	۱۰۹ Une									
۵۷ La	۵۸ Ce	۵۹ Pr	۶۰ Nd	۶۱ Pm	۶۲ Sm	۶۳ Eu	۶۴ Gd	۶۵ Tb	۶۶ Dy	۶۷ Ho	۶۸ Er	۶۹ Tm	۷۰ Yb	۷۱ Lu			
۸۹ Ac	۹۰ Th	۹۱ Pa	۹۲ U	۹۳ Np	۹۴ Pu	۹۵ Am	۹۶ Cm	۹۷ Bk	۹۸ Cf	۹۹ Es	۱۰۰ Fm	۱۰۱ Md	۱۰۲ No	۱۰۳ Lr			

جدول تناوبی

هیدروژن اولین عنصر جدول است چون فقط یک پروتون در هسته‌ی خود دارد. هلیوم (He) دومین عنصر است چون دو پروتون دارد و به همین ترتیب... جدول تناوبی را می‌توان با کدهای رنگی نشان داد. اغلب دانشمندان به هر گروه یک رنگ را اختصاص می‌دهند تا عناصر آن گروه را به آسانی بتوان تشخیص داد.

گالیوم

یکی از عناصری که مندلیف جای آن‌ها را در جدول تناوبی خود خالی گذاشت گالیوم (عنصر ۳۱) بود. مندلیف آن را اکا آلومینیوم نامید زیرا فکر می‌کرد ویژگی‌هایی مشابه آلومینیوم داشته باشد. در ۱۸۷۵، لیکودی بویادرا شیمیدان فرانسوی، گالیوم را کشف کرد. گالیوم دقیقاً همان ویژگی‌های پیش بینی شده توسط مندلیف را دارد: فلزی نرم، نقره‌ای با نقطه‌ی ذوب ۲۹/۸ درجه سانتیگراد است.

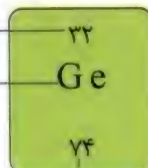


عدد اتمی

تعداد پروتون‌های هسته‌ی اتم است

نماد برای استفاده در معادلات شیمیایی

عدد جرمی (جرم اتمی) تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته است



نماد

هر عنصر یک نماد خاص دارد که در معادلات شیمیایی از آن استفاده می‌شود. این نماد اغلب از اولین یا دو حرف اول اسم عنصر گرفته شده است؛ اما در بعضی موارد برگرفته از یک نام لاتین است. به هر نماد یک عدد اتمی و یک عدد جرمی اختصاص داده شده است.

گروه‌ها

در جدول تناوبی ۱۸ گروه وجود دارد. گروه ۱ (معروف به فلزات قلیایی) ستون سمت چپ جدول است. عناصر هر گروه ویژگی‌های مشابه ولی نه دقیقاً یکسان دارند. علت تشابه آن‌ها این است که تعداد الکترون‌های بیرونی‌ترین پوسته‌ی آن‌ها یکسان است. اگر بدانیم یک عنصر به کدام گروه تعلق دارد، می‌توانیم بسیاری از ویژگی‌های آن را معین کنیم.

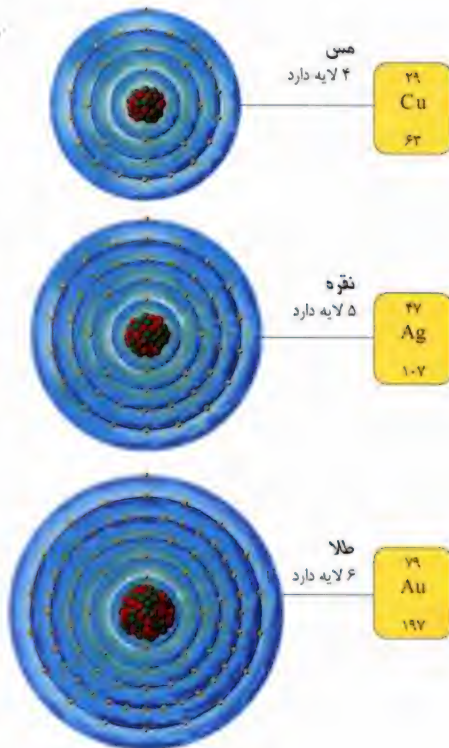


► افزایش اندازه

هر چه در یک ستون پایین‌تر برویم، تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هسته بیشتر خواهد شد و یک پوسته‌ی جدید الکترون به آن اضافه می‌شود. ذرات اضافی موجب سنگین‌تر شدن اتم و پوسته‌ی الکترونی موجب بزرگ‌تر و حجیم‌تر شدن اتم می‌شود.

◀ فلز در فضا

نقاب کلاه فضانورد آب طلا داده می‌شود تا نور خورشید را منعکس کند. این فلز براق و سخت و فاسد نشدن رنگ نمی‌زند و مناسب‌ترین عنصر برای استفاده در فضاست که مواد را به آسانی نمی‌توان جایگزین کرد. طلا، مس و نقره به گروه ۱۱ تعلق دارند؛ فلزات گروه ۱۱ را فلزات سکه‌ای هم می‌گویند چون در ضرب سکه‌ها استفاده می‌شوند.

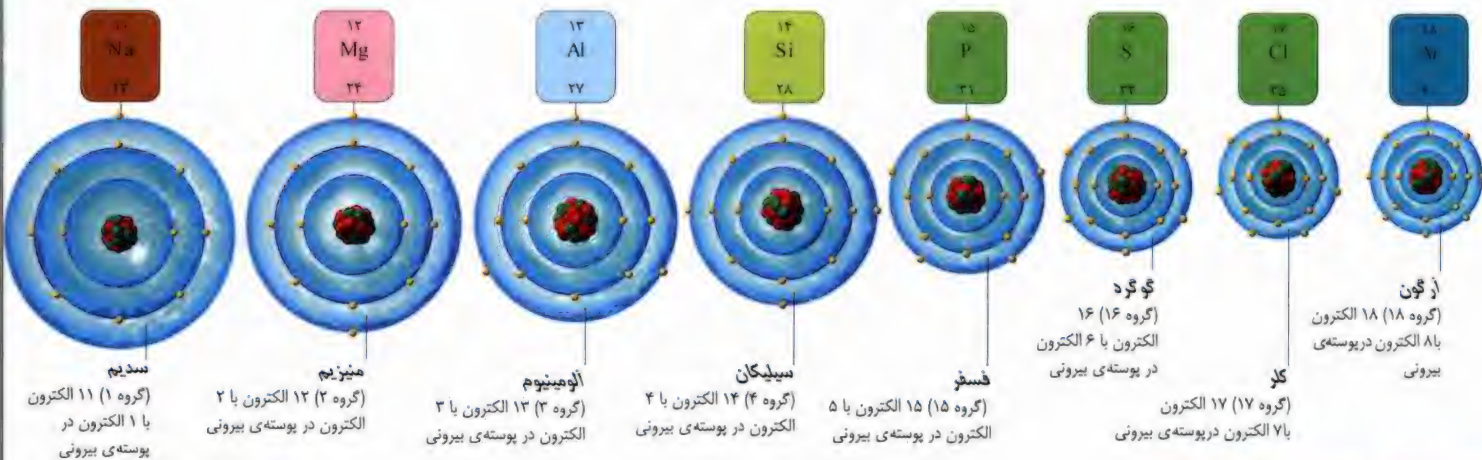


تناوب‌ها

ویژگی‌های عناصر در عرض تناوب‌ها به تدریج تغییر می‌کنند. اولین و آخرین عنصر هر ردیف بسیار متفاوت هستند. اولین عنصر یک عنصر جامد و واکنش‌پذیر است یعنی همراه با اکسیژن می‌سوزد؛ و آخرین عنصر یک گاز واکنش‌ناپذیر است. اما تعداد لایه‌های الکترونی در همه‌ی آن‌ها مساوی است. مثلاً، تمام عناصر ردیف (تناوب) سوم ۳ لایه‌ی الکترونی دارند.

▼ کاهش اندازه

در جدول تناوبی، اتم‌های عناصر از چپ به راست به تدریج اندکی سنگین‌تر ولی کوچک‌تر می‌شوند. این بدان دلیل است که تعداد پوسته‌های الکترونی در هر ردیف (تناوب) ثابت هستند اما هر عنصر نسبت به عنصر قبل از خود پروتون‌های بیشتری در هسته دارد. هر چه نیروی جاذبه‌ی پروتون‌های مثبت قوی‌تر باشد الکترون‌های منفی را بیشتر به سمت مرکز می‌کشاند.



▲ منگنز وزوزو

منگنز فلزی بسیار واکنش‌پذیر است. این فلز در مجاورت آب به شدت واکنش نشان می‌دهد و در هوا به سرعت می‌سوزد. به همین دلیل منگنز هیچگاه به طور خالص در طبیعت یافت نمی‌شود و همواره در ترکیب با عناصر دیگر وجود دارد.

◀ کبریت فسفری

فسفر یک غیرفلز است. جامد، مایل به زرد، نرم و اندکی شفاف است. این عنصر نیز مانند منگنز واکنش‌پذیری بالایی دارد. به همین دلیل، از ترکیبات گوگرد در نوک چوب کبریت استفاده می‌شود. فسفر در تاریکی می‌درخشد که به این پدیده فسفرسانس (درخشش فسفری) می‌گویند.

► آرگون واکنش‌ناپذیر

آرگون بسیار واکنش‌ناپذیر است و با عناصر دیگر ترکیب نمی‌شود. در جوشکاری قوسی هنگام ذوب فلزات آن‌ها را در فضای آکنده از آرگون قرار می‌دهند. آرگون موجب دور ماندن اکسیژن می‌شود و در نتیجه اکسیژن نمی‌تواند با فلزات ذوب شده واکنش انجام دهد.



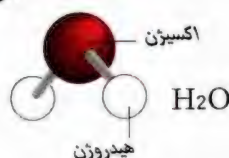
ملکول‌ها

بیشتر اتم‌ها از طریق پیوند شیمیایی به اتم‌های دیگر می‌پیوندند تا ذرات بزرگ‌تری به نام ملکول به وجود آورند. ملکول می‌تواند پیوند اتم‌های یک عنصر و یا اتم‌های عناصر مختلف باشد. موادی که ملکول‌هایشان حاوی اتم‌های مختلف هستند مرکب نامیده می‌شوند. واکنش‌های شیمیایی موجب تغییر ملکول‌ها می‌شوند که در این فرایند، ملکول‌های جدید و در نتیجه، ترکیبات جدید به وجود می‌آید.



انواع ملکول

ملکول می‌تواند ساده یا مرکب باشد. همچنین می‌تواند فقط از یک اتم تشکیل شده باشد. عنصر آرگون یک ملکول یک اتمی است. دیگر ملکول‌ها می‌توانند از دو اتم یک عنصر خاص تشکیل شده باشند. ملکول اکسیژن از دو اتم اکسیژن تشکیل شده است. اما در شرایط خاص، ممکن است ۳ اتم اکسیژن به یکدیگر پیوندند و ملکولی به نام اوزون به وجود آید.



پیوند شیمیایی

اتم‌های یک ملکول به وسیله پیوندهای شیمیایی به یکدیگر می‌چسبند. این پیوندها به واسطه‌ی شراکت یا مبادله‌ی الکترون بین اتم‌ها شکل می‌گیرند. در پیوند شیمیایی فقط الکترون‌های بیرونی‌ترین لایه دخالت دارند. اتم‌های مختلف با استفاده از این الکترون‌ها یکی از سه نوع پیوند مختلف را تشکیل می‌دهند: پیوند یونی، پیوند کووالانت یا پیوند فلزی.

پیوندهای مختلف بین اتم‌ها

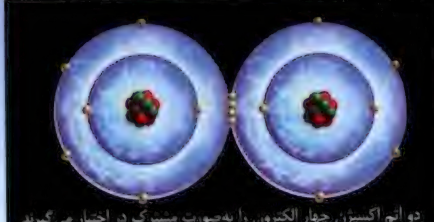
پیوند یونی

در پیوند یونی، الکترون‌ها از یک اتم به اتم دیگر منتقل می‌شوند. در ترکیب سدیم و کلر برای تشکیل کلرید سدیم یا نمک طعام، اتم سدیم یک الکترون از دست می‌دهد و بار مثبت می‌گیرد؛ ولی اتم کلر یک الکترون می‌گیرد و بارش منفی می‌شود. پیوندهای یونی را به سختی می‌توان شکست و ترکیباتی که پیوند یونی دارند معمولاً جامدند و نقطه‌ی ذوب بالایی دارند.



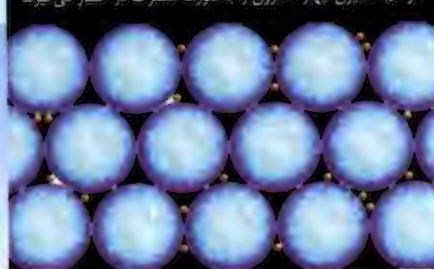
پیوند کووالانت

در پیوند کووالانت الکترون‌ها بین دو اتم به شراکت گذاشته می‌شوند. وقتی دو اتم اکسیژن به یکدیگر می‌پیوندند تا ملکول اکسیژن تشکیل شود، آن‌ها چهار الکترون (دو الکترون از هر اتم اکسیژن) را به صورت مشترک استفاده می‌کنند. آب (H₂O) و دی اکسید کربن (CO₂) نمونه‌های دیگری از عناصر کووالانتی هستند. ترکیبات کووالانتی معمولاً مایع یا گاز با نقطه‌ی ذوب پایین هستند.



پیوند فلزی

فلزات از طریق پیوند فلزی با یکدیگر ترکیب می‌شوند. در این نوع پیوند تمام اتم‌ها الکترون‌هایشان را از دست می‌دهند و الکترون‌ها در یک فضای مشترک شناور می‌شوند. این الکترون‌ها می‌توانند آزادانه به هر طرف بروند و به همین دلیل است که فلزات می‌توانند گرما و الکتریسیته را منتقل کنند. وقتی یک قسمت از فلز گرم می‌شود، الکترون‌ها گرما را به سرعت به قسمت‌های دیگر می‌برند.



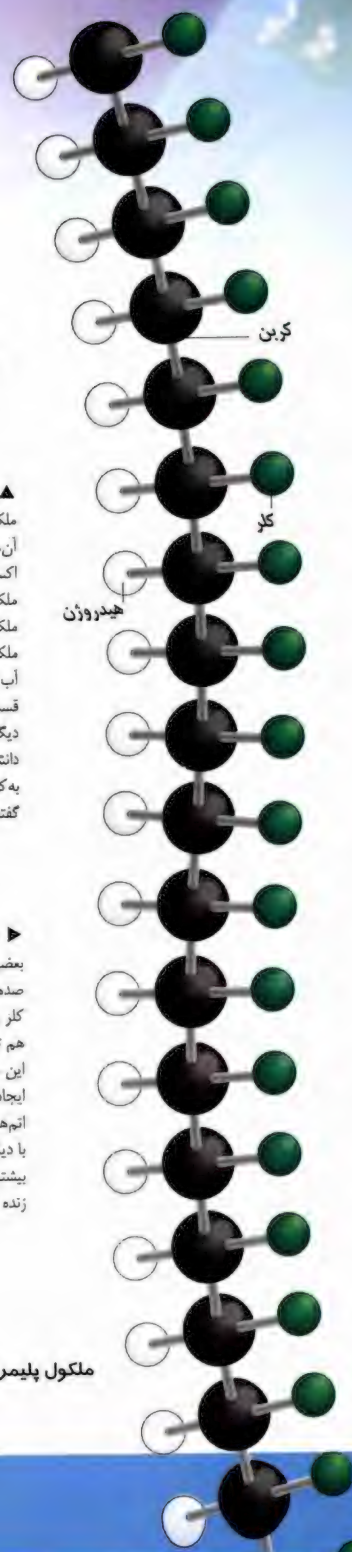
▲ ملکول ساده

ملکول‌های آب بسیار ساده هستند. آن‌ها از دو اتم هیدروژن (H) و یک اتم اکسیژن (O) تشکیل شده‌اند. تمام ملکول‌های آب یکسان هستند اما با ملکول‌های مواد دیگر فرق دارند. یک ملکول آب کوچک‌ترین مقدار ممکن از آب است. می‌توانید آن را به قسمت‌های کوچک‌تر تقسیم کنید اما دیگر آب نخواهد بود. نمادهایی که دانشمندان برای نشان دادن ملکول‌ها به کار می‌برند فرمول‌های شیمیایی گفته می‌شود.

► ملکول مرکب

بعضی ملکول‌ها، مثل ملکول پلاستیک، صدها و حتی هزارها اتم کربن، هیدروژن و کلر و غیره دارند که در زنجیره‌های بلند و در هم تابیده به یکدیگر پیوند خورده‌اند. این ملکول‌های مرکب را پلیمر می‌گویند. ایجاد پلیمرها به آن دلیل ممکن است که اتم‌های کربن می‌توانند پیوندهای بسیار پایانی با دیگر اتم‌های کربن داشته باشند. بیشتر ملکول‌های تشکیل‌دهنده‌ی موجودات زنده از پلیمرهای مرکب ساخته شده‌اند.

ملکول پلیمر





تغییر ملکول‌ها

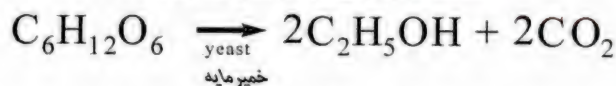
ملکول‌های اطراف ما همواره در حال تغییر و بازترتیب اتم‌های خود در واکنش‌های شیمیایی به‌منظور تشکیل ملکول‌های جدید و ترکیبات جدید هستند. وقتی اکسیژن را به درون ریه‌های خود می‌کشیم در بدن دستخوش تغییراتی شیمیایی می‌شود و ترکیب جدیدی به‌نام دی‌اکسید کربن به‌وجود می‌آورد که در بازدم بیرون داده می‌شود. کاتالیزورها ملکول‌های خاصی هستند که واکنش‌های شیمیایی را سرعت می‌بخشند، ولی خود تغییر نمی‌کنند. به‌عنوان مثال، مبدل کاتالیزوری اتومبیل‌ها از آن‌ها استفاده می‌کند.

▲ انفجار اثرات ویژه (SFX)

انفجار اثرات ویژه یک واکنش شیمیایی است که انرژی آزاد می‌کند. کارگردان‌ها معمولاً می‌خواهند هر انفجار شکلی منحصر به خود داشته باشد. بنابر این متخصصین اثرات ویژه هر بار مقدار و نوع مواد منفجره را تغییر می‌دهند. در هر واکنش شیمیایی، بعضی پیوندهای بین اتم‌ها شکسته می‌شود و پیوندهای جدیدی به‌وجود می‌آید. برای شکستن یک پیوند به انرژی نیاز است اما وقتی پیوندی تشکیل می‌شود انرژی آزاد می‌شود. بسته به نوع و تعداد پیوندهای شکسته و دوباره برقرار شده، واکنش می‌تواند انرژی بگیرد یا آزاد کند.



معادله‌ی شیمیایی برای واکنش خمیرمایه:



▲ آنزیم‌های درون آشپزخانه

آنزیم‌ها کاتالیزورهایی هستند که در طبیعت یافت می‌شوند. به‌عنوان مثال، آنزیم‌های موجود در خمیرمایه موجب پف کردن خمیر می‌شود. وقتی خمیرمایه با آب گرم و شکر مخلوط شود شروع به رشد می‌کند و حباب‌های دی‌اکسید کربن تولید می‌شود. وقتی خمیرمایه به آب و آرد اضافه شود خمیر نان درست می‌شود و خمیر شروع به پف کردن می‌کند. حرارت نان را می‌پزد و خمیرمایه را از بین می‌برد. دانشمندان برای نشان دادن چگونگی تغییرات ملکولی در یک واکنش شیمیایی از معادلات شیمی استفاده می‌کنند.



▲ مبدل کاتالیزوری

وقتی بنزین در موتور اتومبیل می‌سوزد گازهای زیانبار تولید می‌شود. در اتومبیل‌ها یک مبدل کاتالیزوری نصب می‌کنند تا گازهای زیانبار را به گازهای کم‌ضررتر تبدیل کنند. وقتی ملکول‌های دود وارد مبدل کاتالیزوری می‌شوند پیوندهای موقت با سطح کاتالیزور برقرار می‌کنند. این امر آن‌ها را در تماس نزدیک‌تری با یکدیگر قرار می‌دهد و گازهای جدید و ایمن‌تری به‌وجود می‌آورد.

واکنش‌های شیمیایی

در یک واکنش شیمیایی ملکول‌های یک ماده از هم جدا می‌شوند و به ملکول‌های ماده‌ی دیگر پیوند می‌خورند تا ترکیب جدیدی به وجود آید. بسیاری از واکنش‌های شیمیایی **تغییرات برگشت‌ناپذیر**ند. شما نمی‌توانید نان پخته را دوباره به مواد خام سازنده‌ی آن تبدیل کنید. اما بعضی از واکنش‌های شیمیایی را می‌توان برگشت داد و دوباره به مواد اولیه دست یافت. این واکنش‌ها را **برگشت‌پذیر** می‌گویند.

بستنی یخ زده

از نظر شیمیایی با مایع آن یکسان است

تغییر شیمیایی

وقتی آهن و منیزیم در یک فشقه می‌سوزند، با اکسیژن واکنش انجام می‌دهند و خاکستر و دود تولید می‌شود. علاوه بر آن، مقداری گرما، نور و صدا هم ایجاد می‌شود. تغییرات شیمیایی مواد جدیدی به وجود می‌آورند. آن‌ها همچنین معمولاً یا انرژی (مثل نور و گرما) می‌گیرند و یا آزاد می‌کنند، چون پیوندهای شیمیایی با شکسته و یا برقرار شده‌اند.

تغییر فیزیکی

ذوب شدن بستنی یخی، نمونه‌ای از یک تغییر فیزیکی است. مایع حاصل از ذوب بستنی، ماده‌ی جدیدی نیست بلکه شکل دیگری از همان ماده‌ی قبلی است. در تغییرات فیزیکی ماده‌ی جدیدی ایجاد نمی‌شود چون هیچ پیوند شیمیایی شکسته و یا برقرار نمی‌شود. ذوب شدن، یخ زدن، پاره شدن، خم شدن و له شدن، تماماً تغییراتی فیزیکی هستند که شکل ظاهری ماده را عوض می‌کنند اما خصوصیات شیمیایی آن بدون تغییر می‌ماند.



بدنه‌ی گشتی در زیر آب زنگ زده است

باقی ماده

وقتی آهن زنگ می‌زند در واقع با اکسیژن اطراف ترکیب می‌شود و ترکیب جدیدی به نام اکسید آهن (رنگ) به وجود می‌آید. در اینجا نیز مثل هر واکنش شیمیایی دیگر، هیچ جرمی از دست نرفته و یا حاصل نشده است. همان آهن‌های مواد اولیه در مواد جدید نیز وجود دارند اما در جایگاه‌های متفاوت. اگر اکسید آهن در این کشتی زنگ زده را وزن کنید دقیقاً مساوی مجموع وزن آهن و اکسیژن اولیه خواهد بود.



۶ اتم	۶ اتم	۴ اتم	۶ اتم
اکسیژن	اکسید آهن	آهن	اکسید آهن

معادله‌ی شیمیایی برای زنگ زدن آهن

زنگ به صورت یک لایه روی فلز قرار گرفته است



تغییر برگشت‌ناپذیر

بسیاری از واکنش‌های شیمیایی تغییراتی برگشت‌ناپذیرند؛ یعنی تغییراتی دائمی هستند که نمی‌توان آن‌ها را معکوس کرد و نمی‌توانید ماده‌ی جدید را به ماده‌ی اولیه‌ی سازنده‌ی آن‌ها برگردانید. زنگ زدن یک تغییر برگشت‌ناپذیر است. اما اگر زنگ آهن را با پودر منیزیم ترکیب کنید واکنش شیمیایی دیگری رخ می‌دهد و آهن می‌تواند از زنگ استخراج شود.

سوختن

سوختن یک تغییر شیمیایی برگشت‌ناپذیر است. وقتی چوب می‌سوزد، کربن موجود در آن با اکسیژن هوا ترکیب می‌شود و خاکستر و دود به‌وجود می‌آید و انرژی به شکل نور و حرارت آزاد می‌گردد. این یک تغییر دائمی است که اصلاً نمی‌تواند معکوس شود؛ یعنی شما هیچ وقت نمی‌توانید خاکستر و دود را به چوب تبدیل کنید.

تجزیه

تجزیه‌ی غذا یک واکنش برگشت‌ناپذیر است. موجودات ریز زنده به‌نام میکروارگانیسم‌ها غذا را می‌خورند و آن را به مواد دیگری از جمله ترکیبات نیتروژنی و دی‌اکسیدکربن تبدیل می‌کنند. غیرممکن است که بتوان از غذای فاسد شده غذای تازه به‌وجود آورد. این فرایند را تجزیه می‌گویند زیرا ترکیبات پیچیده‌ی آن به ترکیبات ساده‌تر تغییر یافته‌اند.



فلفل دلمه‌ای فاسد (تجزیه) شده

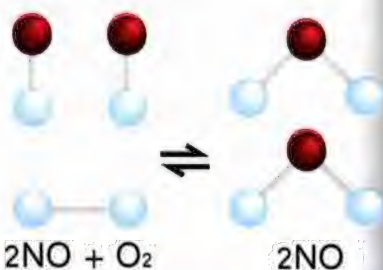
فلفل دلمه‌ای تازه

تغییر برگشت‌پذیر

تعداد کمی از واکنش‌های شیمیایی را می‌توان برگشت داد؛ یعنی مواد سازنده‌ی اولیه‌ی آن را از ماده‌ی جدید استخراج کرد. این واکنش‌ها را تغییرات برگشت‌پذیر می‌گویند. این واکنش‌ها را واکنش‌های دوطرفه هم می‌گویند. هر دو واکنش در واقع به‌طور همزمان رخ می‌دهند؛ اما بسته به شرایط، یکی از آن‌ها نیرومندتر از دیگری خواهد بود.

دی‌اکسید نیتروژن

وقتی دی‌اکسید نیتروژن حرارت داده شود در یک واکنش رو به جلو به دو گاز بی‌رنگ (مونوکسید نیتروژن و گاز اکسیژن) تقسیم می‌شود. اما اگر این دو گاز بی‌رنگ را سرد کنیم دوباره به همان گاز قهوه‌ای روشن دی‌اکسیدنیتروژن تبدیل می‌شود. این را واکنش شیمیایی معکوس می‌نامند.



مونوکسید نیتروژن و گاز اکسیژن

گاز دی‌اکسید نیتروژن

اسیدها

طعم ترش خوراکی‌هایی مثل لیمو به دلیل وجود اسید در آن است. اسیدهای موجود در مواد خوراکی ضعیف هستند اما اگر با زخم تماس بگیرند می‌توانند سوزنده باشند. اسیدهای قوی مثل اسیدسولفوریک در باتری اتومبیل بسیار خطرناک‌تر هستند چون می‌توانند مواد را بسوزانند و سوراخ کنند. همه‌ی ترکیبات اسیدی هیدروژن دارند، در آب حل می‌شوند و ذراتی به نام یون هیدروژن تولید می‌کنند. هر چه تعداد یون‌های هیدروژن در یک اسید بیشتر باشد، آن اسید قوی‌تر است.



▲ اسید سیتریک

لیمو و مرکبات دیگر ترش مزه هستند زیرا اسید سیتریک دارند. اسید سیتریک برای طعم دادن به غذاها و نوشابه‌ها استفاده می‌شود. مرکبات اسید دیگری نیز دارند. که به آن، اسید اسکوربیک یا ویتامین ث می‌گویند که برای سلامت پوست و لثه‌ها لازم است.



▲ آسیب ناشی از باران اسیدی

خرفه‌ها و سوراخ‌های روی بعضی مجسمه‌ها به وسیله‌ی اسیدهای موجود در آب باران به وجود آمده‌اند. آب باران همواره اندکی اسیدی است، زیرا دی‌اکسید کربن هوا با آب ترکیب و اسیدکربنیک تولید می‌شود. علاوه بر این، مناطق صنعتی مقادیر زیادی آلاینده، مانند دی‌اکسید سولفور، در هوا پراکنده می‌کنند. این آلاینده‌ها در ابرها با آب واکنش نشان داده و اسیدهای نیرومندی تولید می‌شود که با بعضی سنگ‌ها، به خصوص سنگ‌های آهکی، واکنش انجام می‌دهند.

قسمتی از سنگ

که در معرض باران نیوده و تحت تأثیر باران اسیدی قرار نگرفته

قسمتی که در معرض باران

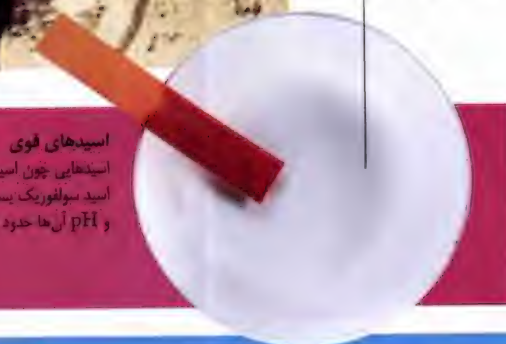
بوده و به وسیله‌ی باران اسیدی آسیب دیده است

سوراخ ایجاد شده

توسط اسیدهای موجود در باران و واکنش آن‌ها با سنگ مرمر

مایع اسیدی

کاغذ pH را صورتی می‌کند



اسیدهای قوی

اسیدهایی چون اسید کلریدریک و اسید سولفوریک بسیار قوی هستند و pH آن‌ها حدود ۱ است.

PH_۱ PH_۲ PH_۳



▲ حمام اسید

برای تمیز کردن قطعات ماشین آلات - مثل این پلبرنگ موتور چت - به حمام‌های اسیدی قوی نیاز است. اسیدها فلز را می‌خورند. هر قطعه‌ی فلزی را برای مدتی در اسید قرار می‌دهند تا لایه‌ی رویی آن، همراه با هر نوع زنگ زدگی یا کثافت، در اسید حل شود. سپس قطعه را به دقت می‌شویند تا هیچ اسیدی باقی نماند.

◀ مقیاس pH

دانشمندان از این مقیاس برای اندازه‌گیری قوت اسیدها و بازها استفاده می‌کنند. pH کلمه‌ی اختصاری برای "قدرت هیدروژن" است و تعداد یون‌های هیدروژن در یک مایع را اندازه‌گیری می‌کند. هر چه pH پایین‌تر باشد مایع اسیدی‌تر است. هر مایعی که pH بالاتر از ۷ داشته باشد قلیایی است.





بازها

▲ سنگ آهک

سنگ آهک باز مهمی است که از معادن زمین استخراج می‌شود. این سنگ‌ها از کربنات کلسیمی به‌وجود می‌آیند که میلیون‌ها سال قبل از بقایای فشرده شده‌ی صدف‌ها و دیگر موجودات دریایی تشکیل شده‌اند. سنگ آهک را پس از استخراج خرد کرده و برای ساختن سیمان، کودهای شیمیایی، رنگ‌ها و انواع سرامیک استفاده می‌کنند.

► نیش زنبور

تصور می‌شد که نیش زنبور حاوی یک باز است. در واقع، سم زنبور حاوی پروتئین پیچیده‌ای است که خنثی می‌باشد. یعنی سم زنبور نه باز است و نه اسید. زنبور پوست را با نیش توخالی خود سوراخ و پروتئین درون سم خود را به داخل زخم تزریق می‌کند. پروتئین حاوی ترکیباتی است که موجب درد و ورم می‌شود.



◀ خنثی سازی

بسیاری از دریاچه‌های منطقه‌ی اسکاندیناوی به‌واسطه‌ی باران‌های اسیدی محتوای اسیدی بالایی دارند. آب اسیدی می‌تواند حیات وحش را آلوده و مسموم کند. این اسید را با اسپری کردن پودر آهک در دریاچه خنثی می‌کنند. در واکنش اسید با باز، آب و ترکیبی به نام نمک تولید می‌شود.



غده‌ی پوست حلزون
اسید سولفوریک تولید می‌کند

▲ حلزون دریایی

این حلزون دریایی برای حفاظت از خود اسیدی نیرومند به‌نام اسید سولفوریک ترشح می‌کند. اسید سولفوریک موجب می‌شود که جانور برای بسیاری از شکارچیان بد طعم باشد. مورچه‌ها و بعضی خارها نیز اسیدی به نام اسید متانتونیک دارند که برای دفاع از خود به کار می‌برند.



مواد شیمیایی
زیان بار



مواد شیمیایی
فرساینده

▲ علائم هشداردهنده

اسیدها و بازهای قوی بسیار سمی، فرساینده و سوزاننده‌اند. بنابراین طرف‌های آن‌ها به نمادهای هشداردهنده مجهز می‌شوند. بعضی از این علائم چگونگی جابه‌جایی صحیح مواد شیمیایی را نشان می‌دهند. این علائم بر روی کامیون‌ها و تانکرهای حمل اسیدها و بازها نیز به کار گرفته می‌شوند تا در صورت تصادف و یا نشستی، گروه‌های امداد بدانند که چگونه باید با این مواد برخورد کنند.



مایعات تمیزکننده

مایعاتی که برای نظافت به کار می‌روند، مثل سفیدکننده‌ها و جوهرنمک، pH پایین‌شان حدود ۱۰ است.

PH۱۰

PH۸

صابون

صابون‌ها از ترکیب یک اسید ضعیف با یک باز قوی ساخته می‌شوند و به همین دلیل، کمی قلیایی بوده و pH آن‌ها حدود ۸ است.

PH۸

آب خالص

آب خالص با آب مقطر خنثی است. یعنی نه اسیدی است و نه قلیایی.

PH۷

آب آشامیدنی

pH آب آشامیدنی می‌تواند از ۶ تا ۸ متغیر باشد، که بستگی به درصد گازها و کانی‌های حل شده در آن دارد.

PH۶

مزه‌های تیز

سرکه حاوی اسید استیک است. این اسید زمانی که آب انگور در مجاورت هوا قرار گیرد به‌وجود می‌آید.

PH۴

فلزات

تقریباً سه چهارم عناصر روی زمین فلز هستند. عناصری هم وجود دارند که شاید فکر نکنیم فلز باشند - مثل کلسیم موجود در استخوان‌ها و سدیم در نمک طعام (کلرید سدیم). فلزات را براساس **خواص فلزی** آن‌ها، از جمله نقطه‌ی ذوب، تعریف می‌کنند. مخلوط این فلزات را **آلیاژ** می‌گویند. لحیم یکی از آلیاژها است که در لوله‌کشی و سیم‌کشی برای اتصال دادن فلزات استفاده می‌شود. این آلیاژ مخلوطی از قلع و سرب یا قلع و نقره است.

طلای مذاب
در قالب‌هایی فولادی
با اندازه‌های دقیقاً
یکسان ریخته می‌شود

نقطه‌ی ذوب طلا
۱۰۶۳ درجه سانتیگراد
است

▶ طلا در کورآتز

بعضی فلزات، مثل طلا، به‌صورت خالص در طبیعت یافت می‌شوند. طلا یک فلز واکنش‌ناپذیر است؛ بنابراین باعناصر دیگر ترکیب نمی‌شود. بیشتر فلزات واکنش‌پذیرترند و در ترکیب با عناصر دیگر یافت می‌شوند. به‌عنوان مثال، آهن معمولاً با اکسیژن ترکیب می‌شود. سنگ‌هایی که فلزات را از آن‌ها استخراج می‌کنند کانی یا سنگ معدن می‌گویند.

◀ استخراج طلا

برای استخراج طلا از سنگ معدن، مقادیر زیادی از سنگ معدن را خرد و پودر می‌کنند. سپس این پودر را در یک محلول سیانیدی می‌ریزند. فقط طلای موجود در سنگ معدن در آن حل می‌شود. سپس با افزودن پودر روی (Zn) به محلول، طلا را از محلول خارج می‌کنند. سپس طلا را ذوب کرده و به‌صورت شمش در می‌آورند.

قالب‌هالاب به لب
پر می‌شود



سنگ کورآتز

یک سنگ معدن است

طلای خالص

که با هیچ عنصر دیگری
ترکیب نشده است.

خواص فلزی

فلزات معمولاً جامد، براق، دارای نقطه‌ی ذوب بالا و رساناهای بسیار خوب گرما و الکتریسیته هستند. فلزات همچنین از خاصیت چکش‌خواری برخوردارند؛ یعنی می‌توان آن‌ها را با چکش به‌صورت ورقه و مقول و حتی سیم درآورد. بیشتر آن‌ها محکم هستند و به‌سادگی شکسته نمی‌شوند. البته استثناهایی هم وجود دارد: مثلاً جیوه فلزی با نقطه‌ی جوش پایین و در دمای معمولی به‌صورت مایع است.

طلا پس از خنک شدن
در قالب‌ها به‌صورت شمش
بیرون آورده می‌شود

کلاف فولادی

که باید به اندازه‌ی کافی نیرومند
باشد تا کابل‌ها را نگه دارد

کابل‌های حاوی سیم‌های مسی
برای هدایت الکتریسیته

▶ هادی‌های الکتریکی

خطوط انتقال نیرو که برق را به خانه‌ها، مدارس، ادارات و کارخانجات می‌آورند، متکی به مس هستند. مس فلزی سرخ‌مایل به نارنجی و یکی از بهترین رساناهای الکتریکی است. فلزات به این دلیل الکتریسیته را به‌خوبی هدایت می‌کنند که وقتی اتم‌های آن‌ها به‌یکدیگر می‌پیوندند، الکترون‌های لایه‌های بیرونی آن‌ها آزادانه حرکت می‌کنند. با عبور الکتریسیته از یک قسمت فلز، الکترون‌ها به‌سرعت الکتریسیته را به دیگر قسمت‌ها منتقل می‌کنند.



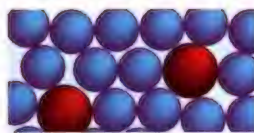
آلیاژها



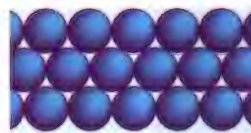
ذرات مس و قلع



آلیاژ مخلوط دو یا چند فلز با خواصی است که آن را مفیدتر از هر یک از فلزها به صورت خالص می‌کند. مخلوط کروم و آهن خیلی بهتر از آهن خالص در مقابل زنگ زدگی مقاومت می‌کند. بیشتر آلیاژها از دو یا چند فلز ساخته شده‌اند؛ اما بعضی ممکن است یک عنصر غیرفلز هم داشته باشند. فولاد آلیاژی از آهن و کربن است. آلیاژها را با ذوب کردن اجزای آن‌ها در یکدیگر به دست می‌آورند. تغییر خواص مواد می‌تواند موجب تغییر خواص آلیاژ شود.



اتم‌ها در یک آلیاژ



اتم‌ها در یک فلز خالص



▲ آرایش اتم‌ها

در یک فلز خالص، اتم‌های یکسان در لایه‌هایی که قادر به سر خوردن بر روی یکدیگر هستند قرار گرفته‌اند. به همین دلیل است که فلزات خالص اغلب قابلیت چکش خواری دارند. در یک آلیاژ، اتم‌هایی با اندازه‌های متفاوت در میان آرایش اتم‌های منظم نفوذ می‌کنند و باعث می‌شوند که سر خوردن لایه‌ها بر روی یکدیگر دشوارتر شود. بنابراین آلیاژ سخت‌تر و کم چکشی‌تر از فلز خالص است.

فیلامان (رشته)

ساخته شده از تنگستن

حباب‌های پتاسیم موجود در فیلامان عمر آن را افزایش می‌دهد



► آلیاژها در لامپ برق

در لامپ برق انواع مختلفی از فلزات و آلیاژها به کار می‌رود. تنگستن فلزی با نقطه ذوب بسیار بالا است (۳۴۲۲ درجه سانتیگراد) که به عنوان فیلامان یا رشته‌ی نور دهنده استفاده می‌شود. با عبور جریان برق از فیلامان، این رشته گرم می‌شود و از خود نور می‌پراکند. لامپ‌های وات بالا ممکن است بیش از حد گرم شوند، بنابراین یک منعکس کننده‌ی گرما از جنس آلومینیوم در گلوبی لامپ کار گذاشته می‌شود تا گازهای یونیزه شده را به حالت طبیعی برگرداند.

پایه یا قاعده از آلیاژ مس و روی ساخته می‌شود

گروه‌های فلزات

فلزات را بر اساس محل قرار گرفتنشان در جدول تناوبی طبقه‌بندی کرده‌اند. هر گروه خواصی منحصر به خود دارند که آن‌ها را برای اهداف متفاوتی مفید می‌سازد.

فلزات قلیایی

شامل پتاسیم و سدیم که گروه ۱ را تشکیل می‌دهند. این فلزات به شدت واکنش پذیر هستند و با آب به شدت ترکیب شده و قلیاهای قوی تولید می‌کنند.

فلزات قلیایی - خاکی

این فلزات گروه ۲ را تشکیل می‌دهند. آن‌ها با بسیاری از عناصر موجود در پوسته‌ی زمین ترکیب می‌شوند. اکسید آن‌ها با آب ترکیب شده و قلیا تولید می‌کند.

فلزات انتقالی

این گروه شامل مس، نقره و طلا است. این فلزات سخت و براق هستند و درجه‌ی ذوب بالایی دارند. آن‌ها همچنین رساناهای خوب گرما و الکتریسیته هستند.

فلزات دیگر

که به آن‌ها فلزات ضعیف هم گفته می‌شود. این فلزات نسبتاً نرم هستند و بهسانی ذوب می‌شوند. قلع و آلومینیوم از آن جمله‌اند و اغلب در آلیاژها به کار گرفته می‌شوند. برنز آلیاژ قلع و مس است.

سیم‌هایی که جریان الکتریسیته را عبور می‌دهند از آلیاژ مس و نیکل ساخته می‌شوند که از رساناهای خوب الکتریسیته است.

پایه‌ی سیم‌ها

از جنس مولیبدنوم ساخته می‌شود.

غیرفلزات

فلزات جدول تناوبی خواصی دارند که آن‌ها را به آسانی قابل شناسایی می‌کند. اما بقیه‌ی عناصر خواصی بسیار متفاوت دارند. آن‌ها شامل یک گروه گازهای واکنش ناپذیر به نام **گازهای نادر**، یک گروه عناصر واکنش پذیر به نام **هالوژن‌ها** و مجموعه‌ای از عناصر موسوم به **غیرفلزات** هستند. به علاوه، بعضی از عناصر خواصی دارند که آن‌ها را در فاصله‌ی بین فلزات و غیرفلزات قرار می‌دهد که به آن‌ها **شبه فلزات** می‌گویند.



▲ بلورهای گوگرد (سولفور)

ذخایر غیرفلز سولفور در زیر زمین و در اعماق ۳۰۰ متر به پایین یافت می‌شوند. گوگرد در ترکیب با عناصر دیگر در سنگ‌ها و کانی‌هایی چون جیپسوم یافت می‌شود.



▲ حمل و نقل اسید سولفوریک

اولیوم، اسید سولفوریک اشیاع و غلیظ است. آن را از کارخانه با تانکر حمل می‌کنند. در هنگام مصرف، آب به آن افزوده می‌شود تا غلظت صحیح و مورد نظر به دست آید. اسید سولفوریک در ساخت شوینده‌ها، رنگ‌ها، داروها، پلاستیک‌ها و الیاف مصنوعی مورد استفاده دارد.



▲ ساخت اسید سولفوریک

بلورهای گوگرد را در کارخانجات فراورنده‌ی سولفور به صورت پودر درمی‌آورند و این پودر را روی یک کوره می‌باشند تا با اکسیژن ترکیب شود و دی اکسید سولفور به دست آید. سپس اکسیژن بیشتری با دی اکسید سولفور ترکیب می‌کنند تا تری اکسید سولفور به دست آید، که پس از حل شدن در آب، اولیوم یا اسید سولفوریک اشیاع شده به دست می‌آید.

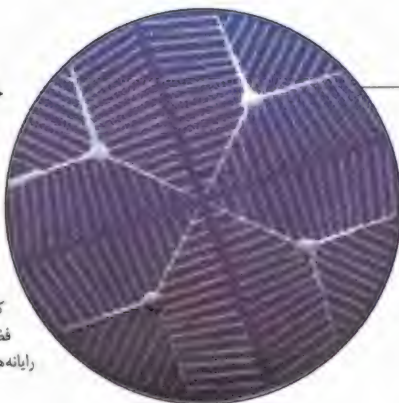
شبه فلزات

عناصر موسوم به شبه فلزات برخی خواص فلزات و برخی خواص غیرفلزات را دارند. به عنوان مثال، عنصر آرسنیک براقیت یک فلز را دارد اما گرما و الکتریسیته را به خوبی عبور نمی‌دهد. غیرفلزات دیگر، مثل سیلیکان و ژرمانیوم، نیمه رسانا هستند؛ یعنی فقط تحت شرایطی قادر به هدایت الکتریسیته می‌باشند. این ویژگی آن‌ها را برای استفاده در صفحات خورشیدی و رایانه‌ها بسیار مفید می‌سازد.

em
غیر فلزات
nanometals

► الکتریسیته در فضا

صفحات خورشیدی هابل از هزاران سلول کوچک سیلیکانی تشکیل شده‌اند، وقتی نور خورشید به هر سلول می‌تابد توسط سیلیکان جذب می‌شود و حرکت الکترون‌ها در اتم‌های سیلیکان دستخوش تغییر می‌گردد و در نتیجه، جریان کوچکی از الکتریسیته به وجود می‌آید. هزاران سلول خورشیدی یک صفحه به اندازه‌ی کافی الکتریسیته برای راه اندازی تلسکوپ فضایی هابل و رایانه‌های آن تولید می‌کنند. رایانه‌ها تصاویر کیهان را به زمین می‌فرستند.



سیلیکان



◀ صفحه‌های خورشیدی

تلسکوپ فضایی هابل پیوسته به دور زمین می‌چرخد برای راه اندازی این تلسکوپ به الکتریسیته نیاز است. صفحات خورشیدی از جنس سیلیکان نور خورشید را می‌گیرند و الکتریسیته تولید می‌کنند. این صفحات چرخان هستند تا بتوانند همواره رو به خورشید قرار گیرند تا بیشترین مقدار نور را برای تولید الکتریسیته دریافت کنند.

هالوژن ها

هالوژن ها در نظر اول، چندان شبیه یکدیگر به نظر نمی رسند. به عنوان مثال، فلوئورین، گازی زرد رنگ و ید، جامدی سیاه و براق است. اما همه ی آن ها بسیار واکنش پذیرند و به سرعت با عناصر دیگر ترکیب می شوند و به سرعت نمک تولید می کنند - مثل نمک طعام (کلرید سدیم). همه ی هالوژن ها موارد استفاده ی مهم دارند. کلر برای ضد عفونی آب به کار می رود و ترکیبات فلوئورین (فلوئوریدها) برای جلوگیری از پوسیدگی دندان ها به خمیر دندان اضافه می شود.



▶ گاز بروم

بروم تنها شبه فلز مایع است. این عنصر رنگ قهوه ای مایل به قرمز دارد و به سرعت تبخیر و به گازی سمی و خفه کننده تبدیل می شود. بروم در آب دریا و چشمه های آب معدنی به صورت نمک یافت می شود. ترکیبات بروم در عکاسی به عنوان رسوب کننده ی ملایم و در ساخت رنگ های ضد آتش به کار می روند.

قسمت های سیاه
زمانی به وجود می آیند که
مقدار زیادی پرتوهای ایکس
به برومید نقره بتابد

◀ برومید نقره در پرتونگاری

در عکاسی با پرتوهای ایکس یک فیلم پلاستیکی با لایه ای از خمیر یکی از ترکیبات بروم به نام برومید نقره استفاده می شود. وقتی پرتو ایکس به فیلم برخورد می کند، برومید نقره تجزیه می شود و اتم های خالص نقره بر روی فیلم باقی می ماند. هر چه شدت نور بیشتر باشد، اتم های نقره ی بیشتری روی فیلم باقی می ماند و آن قسمت از تصویر تیره تر نشان داده می شود.

استخوان مانع
از عبور پرتوهای
ایکس می شود

نقاط روشن

در جاهایی تشکیل شده اند
که پرتوهای ایکس با برومید
نقره برخورد نکردند

نور قرمز با عبور الکتریسته
از گاز نئون به دست می آید

گازهای نادر

گروه ۱۸ در جدول تناوبی شامل گازهای نادر است. این شش گاز واکنش ناپذیر، با هیچ عنصر دیگری ترکیب نمی شوند؛ بنابر این معمولاً به صورت خالص یافت می شوند. تقریباً یک درصد هوای کره ی زمین آرگون است. مقادیری نئون، هلیوم، کریپتون، رادون و زنون نیز در هوا وجود دارد. آرگون در لامپ های برق، زنون در حباب های قوسی فانوس های دریایی و هلیوم برای پر کردن بالن های هوای داغ استفاده می شود.

چراغ های نئون

چراغ نئون حبابی است حاوی یک گاز نادر - اما نه الزاماً نئون. وقتی الکتریسته از لامپ می گذرد اتم های گاز نادر رنگ مختلفی از خود سامع می کند. هلیوم رنگ زرد، نئون رنگ قرمز، آرگون رنگ آبی و کریپتون رنگ بنفش از خود می پراکند. با رنگ کردن شیشه ی لامپ به رنگ های مختلف، می توان رنگ های دیگری را نیز به وجود آورد.

نور آبی در اثر عبور الکتریسته
از گاز آرگون به وجود می آید

نور سبز با عبور الکتریسته از
مخلوط هلیوم و آرگون تولید می شود



هیدروژن

هیدروژن گازی بی‌رنگ، بدون طعم و بی‌بو است؛ اما در بیش از ۹۰ درصد موجودات و اشیاء وجود دارد. خورشید و ستاره‌ها از گاز هیدروژن تشکیل شده‌اند. بر روی زمین، هیدروژن به‌صورت ترکیبات مختلف در تقریباً همه‌ی موجودات زنده یافت می‌شود. گاز هیدروژن در ساخت موادشیمیایی مانند آمونیاک مورد استفاده در کودها به کار برده می‌شود. از هیدروژن همچنین برای افزایش مقدار بنزین استخراج شده از نفت خام نیز استفاده می‌کنند.



یکی از سه موتور اصلی شاتل

شاتل فضایی

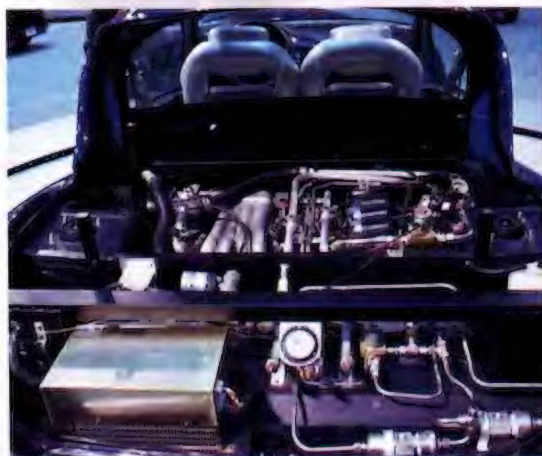
شاتل فضایی از سوخت هیدروژن مایع استفاده می‌کند؛ چون هیدروژن در وزن بسیار اندک نیروی بسیار بالایی تولید می‌کند. هیدروژن نیز مثل همه‌ی سوخت‌ها برای سوختن به اکسیژن نیاز دارد. بنابر این شاتل یک منبع هیدروژن مایع و یک منبع اکسیژن مایع با خود حمل می‌کند. با تزریق مقادیر صحیحی از هر یک از منابع به داخل موتورها، در حضور یک جرقه، انفجار کوچکی تولید می‌شود که بخار را با فشار از لوله‌ها به بیرون می‌راند و شاتل در فضا حرکت می‌کند.

بخار با فشاری انفجاری
با سرعت بیش از ۱۰۰۰۰ کیلومتر در ساعت از لوله‌ها به بیرون رانده می‌شود



▲ هیدروژن در ستاره‌ها

ستاره‌ها سرشار از هیدروژن هستند. اتم‌های هیدروژن در دماهای بسیار بسیار بالای درون ستاره‌ها با یکدیگر برخورد کرده و در یکدیگر جوش می‌خورند و اتم‌های هلیوم به‌وجود می‌آید. در این واکنش مقدار بسیار زیادی انرژی به‌صورت نور و گرما ایجاد می‌شود. اتم‌های هیدروژن احتمالاً اولین اتم‌هایی بودند که در شکل‌گیری کیهان به کار رفتند و با همجوشی آن‌ها بود که اتم‌های دیگر به‌وجود آمدند.



▲ اتومبیل مجهز به سوخت هیدروژن

دانشمندان در حال ساختن اتومبیل‌هایی با سوخت هیدروژن هستند. این اتومبیل‌ها یک منبع هیدروژن خواهند داشت که در ترکیب با اکسیژن هوا می‌سوزد و اتومبیل را به حرکت در می‌آورد. این گونه اتومبیل‌ها به جای گازهای آلاینده، آب تولید می‌کنند. البته این اتومبیل‌ها هنوز به‌طور انبوه تولید نشده‌اند چون دانشمندان هنوز روشی برای ساخت یک منبع کوچک و سبک برای ذخیره سازی هیدروژن پیدا نکرده‌اند.



▲ هیدروژنه کردن

مارگارین با عبور حباب‌های گاز هیدروژن از روغن نباتی داغ به‌دست می‌آید. اتم‌های هیدروژن با ملکول‌های روغن به یکدیگر می‌پیوندند و روغن از شکل مایع به‌شکل جامدتری تبدیل می‌شود. این فرایند را هیدروژنه کردن می‌گویند. اگر روغن به‌طور کامل هیدروژنه شود کاملاً جامد می‌شود و هر چه مقدار هیدروژن کمتر باشد میزان انجماد روغن کمتر است.



آنتوان لاووازیه

فرانسوی، ۱۷۴۳-۱۷۹۴

این شیمیدان که به‌عنوان پدر شیمی جدید شناخته می‌شود "هوای قابل احتراق" را که توسط هنری کاوندیش (۱۷۳۱-۱۸۱۰) کشف شد مورد بررسی قرار داد. لاووازیه کشف کرد که این گاز با اکسیژن ترکیب شده و آب تولید می‌کند. او این گاز را هیدروژن نامید که کلمه‌ای یونانی به معنی "آب ساز" است.

بیش از هر عنصر دیگری در زمین اکسیژن وجود دارد. اکسیژن گازی بی‌رنگ، بی‌بو و غیرقابل مشاهده است که ۲۱ درصد حجم هوایی را که تنفس می‌کنیم تشکیل می‌دهد. اکسیژن در آب، کانی‌ها و تقریباً تمام چیزهای زنده وجود دارد و برای حیات ضروری است. ملکول‌های اکسیژن معمولی ۲ اتم اکسیژن دارند. ازون، اکسیژن سه اتمی، در قسمت‌های بالای اتمسفر یافت می‌شود. اکسیژن در یک چرخه‌ی اکسیژن در طبیعت گردش می‌کند.



▶ اکسیژن برای زنده ماندن

غواص‌ها لباس‌هایی می‌پوشند که مجهز به وسایل تنفس است تا بتوانند در زیر آب زنده بمانند. لباس غواصی شامل یک کیسول هوای فشرده است که غواص آن را روی پشت حمل می‌کند. هوا را به صورت فشرده در سیلندر ذخیره می‌کنند تا غواص بتواند مقدار هوای بیشتری با خود حمل کند. غواص از طریق یک تنظیم کننده به نام رگلاتور - که هوا پس از ورود به آن فشارش را از دست می‌دهد - نفس می‌کشد.



▲ فیوز

این فیوز در حال واکنش با اکسیژن است. در این واکنش انرژی به صورت گرما و نور آزاد می‌شود. برای سوختن هر چیزی به اکسیژن نیاز است. هر چه مقدار اکسیژن بیشتر باشد، شیء سریع‌تر می‌سوزد. این فیوز در حال سوختن با اکسیژن هواست. فشفشه‌ها از این نیز با شدت بیشتری می‌سوزند! چون ترکیباتی به آن‌ها اضافه می‌شود که با رسیدن به اکسیژن هوا، مقدار اکسیژن بیشتری برای سوختن به وجود می‌آید.

چرخه‌ی اکسیژن

تقریباً تمام موجودات زنده، از جمله انسان، برای بقا به اکسیژن نیاز دارند. گیاهان و جانوران برای تولید انرژی اکسیژن هوای اطراف را می‌گیرند. گیاهان و جانوران زیر آب نمی‌توانند مستقیماً اکسیژن هوا را تنفس کنند و اکسیژن حل شده در آب را مورد استفاده قرار می‌دهند. چرخه‌ی اکسیژن یعنی گردش پیوسته‌ی اکسیژن در طبیعت به گونه‌ای که همواره در اختیار تمام موجودات زنده باشد.



جوزف تریستلی

انگلیسی، ۱۷۳۳-۱۸۰۴
این شیمیدان در ۱۷۷۴ کشف اکسیژن را اعلام کرد. او نمی‌دانست که کارشیل، شیمیدان سوئدی (۱۷۸۶-۱۷۴۲) یک یا دو سال قبل آن را کشف کرده بود. آن‌ها هر دو نشان دادند که هوا از فقط یک عنصر تشکیل نشده است. تریستلی همچنین با ترکیب کردن دی اکسید کربن با آب، آب گازدار به دست آورد.

اکسیژن هوا

گیاهان در تمام طول شبانه روز اکسیژن می‌گیرند و دی اکسید کربن پس می‌دهند



جانوران اکسیژن می‌گیرند و دی اکسید کربن پس می‌دهند



گیاهان در روز دی اکسید کربن می‌گیرند و اکسیژن پس می‌دهند

تغییر اکسیژن

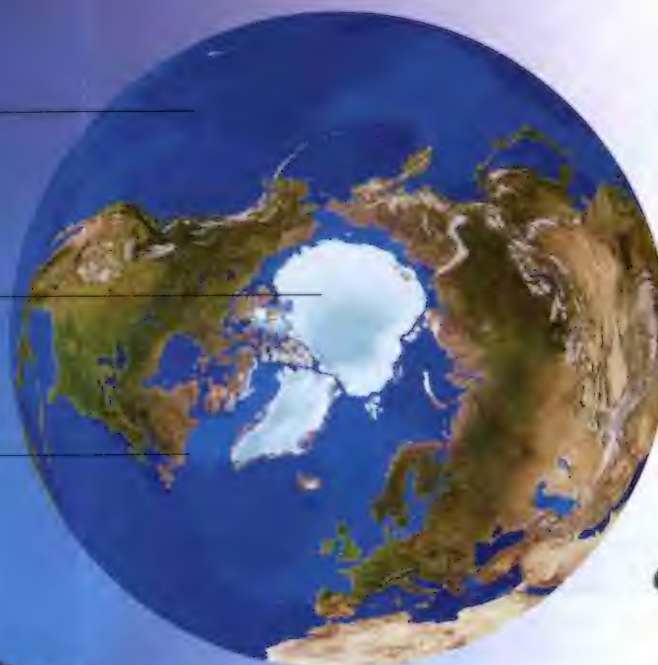
گیاهان در فرایندی به نام فتوسنتز می‌توانند با استفاده از انرژی خورشید دی اکسید کربن و آب را به هیدروکربن‌ها و اکسیژن تبدیل کنند. این اکسیژن توسط گیاهان و جانوران استفاده می‌شود و دی اکسید کربن و آب باقی می‌ماند. این فرایند را تنفس می‌گویند.



آب

ترکیب دو اتم هیدروژن و یک اتم اکسیژن یک ملکول آب به وجود می آورد. آب فراوان ترین ماده ی مرکب روی زمین است که بیش از نیمی از وزن موجودات زنده را تشکیل می دهد. آب برای زندگی بسیار واجب است و مواد غذایی را به سلول ها می برد و فضولات را از آن ها خارج می کند. ملکول های آب به واسطه ی پیوند هیدروژنی

به یکدیگر جذب می شوند که این امر خصوصیات غیر معمول ولی مفیدی به آب می دهد.



فراوانی آب

حدود ۷۰ درصد سطح زمین پوشیده از آب است و به همین دلیل، کره ی زمین از فضا به رنگ آبی دیده می شود و اغلب آن را سیاره ی آبی می گویند. آب به صورت مایع در اقیانوس ها و به صورت یخ جامد در یخچال ها و مناطق قطبی یافت می شود. بخار آب یکی از گازهای هواست. جاهای مرطوب، مثل جنگل های بارانی، هوایشان مقدار زیادی بخار آب دارد. حدود ۶۰ درصد از وزن بدن انسان را آب تشکیل می دهد؛ در حالی که یک گوجه فرنگی رسیده بیش از ۹۵ درصد آب است.

آب آشامیدنی

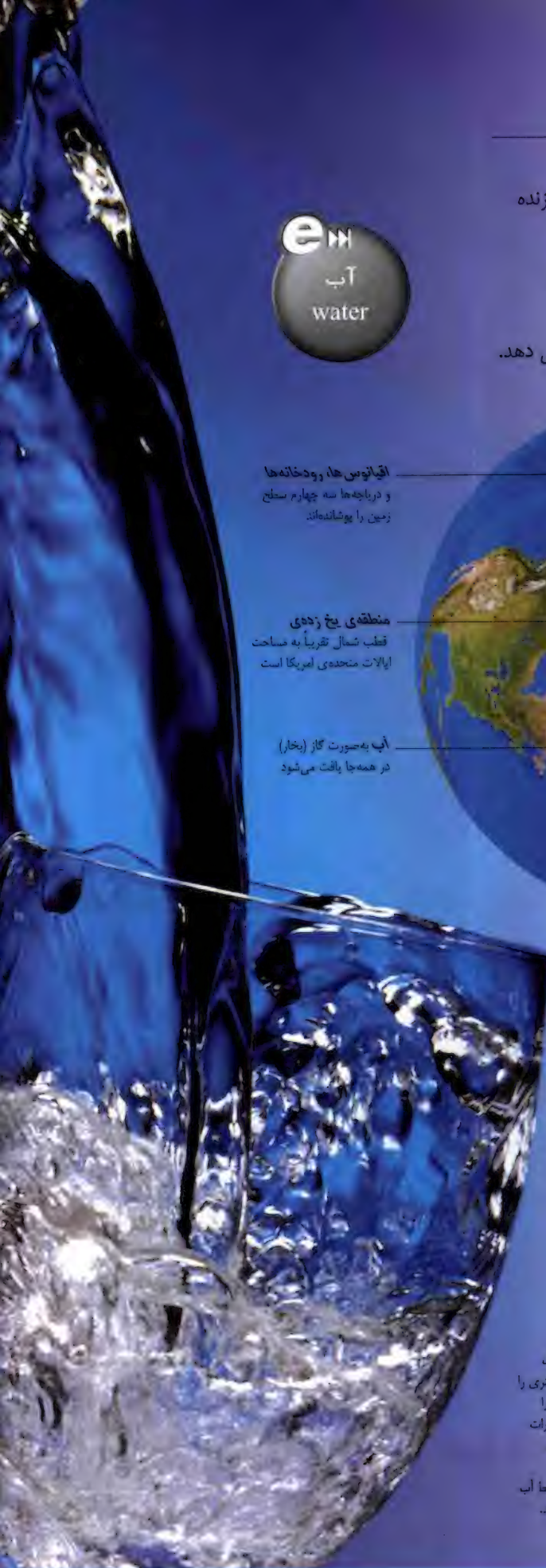
آب خالص در دمای معمولی مایعی بی رنگ با pH خنثی است - یعنی نه اسیدی و نه بازی است. اما بیشتر آب ها خالص نیستند. آب سخت حاوی کانی های کلسیم و منیزیم است که در اثر جریان آب بر روی سنگ ها و صخره ها در آن حل شده اند. صابون در آب سخت کف نمی کند، چون کانی ها با صابون ترکیب شده و ماده ای جرم مانند تولید می کنند. آب سخت با جوشانده شدن و یا عبور از صافی به آب سبک تر تبدیل می شود.

حل شدن بلورهای پرمنگنات پتاسیم آب را قرمز می کند



حلال جامع

پرمنگنات پتاسیم وقتی در آب حل می شود مایعی صورتی رنگ به وجود می آید. آب نسبت به حلال های دیگر می تواند موادی بیشتری را در خود حل کند. ملکول های آن کوچکند و بار الکتریکی اندکی را با خود حمل می کنند. لذا می توانند به آسانی جابه جا شوند و با ذرات دیگر واکنش نشان دهند. اگر آب از این خاصیت برخوردار نبود، حیات هم به وجود نمی آمد. آب در واقع حامل طبیعت است. گازهای حل شده در آب، مثل اکسیژن و دی اکسید کربن، توسط آب حمل می شوند و اساس حیات موجودات زنده را تشکیل می دهند.



پیوند هیدروژنی

ملکول‌های آب نسبت به یکدیگر جاذبه دارند. این جاذبه را پیوند هیدروژنی می‌گویند؛ که البته در مقایسه با پیوند درون ملکول‌های آب، پیوند ضعیفی است اما به اندازه‌ای قوی هست که بعضی ویژگی‌ها را به آب ببخشد. به عنوان مثال، آب در دمای معمولی مایع است در حالی که ملکول‌های دیگری که همان اندازه‌ای ملکول‌های آب را داشته باشند به شکل گاز خواهند بود. همچنین وقتی به صورت جامد در می‌آید تراکم و فشردگی آن کمتر از حالت مایع می‌باشد.

با برخورد بخار به سطح خنک ظرف، قطرات آب شکل می‌گیرند

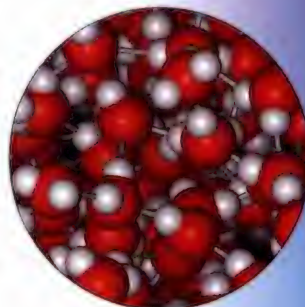
بخار، گازی نامرئی است



گرما به ملکول‌های آب سرعت می‌بخشد

▶ ساختار ملکولی

الکترون‌ها در یک ملکول آب به اتم اکسیژن نزدیک‌تر از اتم‌های هیدروژن هستند. بنابر این اتم اکسیژن اندکی بار منفی دارد و اتم‌های هیدروژن دارای بار الکتریکی مثبت هستند بار مثبت اتم‌های هیدروژن یک ملکول آب، بار منفی اتم اکسیژن ملکول دیگر جذب می‌شود. این جاذبه را پیوند هیدروژنی می‌گویند.



ملکول‌های آب در حالت مایع

آب در حالت مایع ملکول‌هایش روی یکدیگر می‌لغزند

ملکول‌های آب در ساقه‌ها به سمت برگ‌ها می‌روند

▶ حرکت آوندی

گیاهان با استفاده از حرکت آوندی آب را از ریشه‌ها به سمت برگ‌هایشان بالا می‌آورند. ملکول‌های آب در آوندهای لوله مانند گیاه به سمت بالا جاری می‌شوند. ملکول‌های آب که اندکی بار الکتریکی دارند توسط دیواره‌های آوندها جذب می‌شوند و کششی به وجود می‌آید که آن‌ها را به بالا می‌کشاند.



آب برگ‌ها تبخیر می‌شود و ملکول‌های آب بیشتری را به طرف بالا می‌کشاند

ملکول‌های آب در ریشه‌ها به سمت ساقه‌ها می‌روند



لایه‌ی خشک چوبی که از سلول‌ها حمایت می‌کند

آوندها آب را از ریشه به بالا می‌برند

ریشه‌چه‌ها آب را از خاک جذب می‌کنند

▲ آب در حال جوشیدن

آب در ۱۰۰ درجه سانتیگراد به جوش می‌آید. این رقم حناقل ۲۰۰ درجه سانتیگراد بیشتر از نقطه جوش ملکول‌هایی با اندازه‌هایی مشابه است - مثل سولفید هیدروژن. بالا بودن نقطه‌ی جوش آب را می‌توان با پیوند هیدروژنی آن توضیح داد. برای شکستن پیوندهای هیدروژنی به گرمای بیشتری نیاز است. تا ملکول‌های آب بتوانند از دیگر ملکول‌ها جدا شوند و به صورت بخار (گاز) سطح مایع را ترک کنند.



ملکول‌های آب در حالت جامد

▲ جامدی با چگالی پایین

یخ شناور این فک را از هوای یخ زده‌ی بالا محافظت می‌کند. بیشتر مایعات وقتی یخ زده و جامد می‌شوند بر تراکمشان افزوده می‌شود ولی آب در چنین حالتی تراکم کمتری می‌یابد و به همین دلیل است که قطرات یخ در آب شناور می‌مانند. پیوندهای هیدروژنی بین ملکول‌های آب آن‌ها را در یک ساختار محکم و حلقه‌ای از یکدیگر دور می‌کند.

نیترژن

برای ساختن پروتئین‌ها که برای حیات مهم هستند نیترژن (ازت) مورد نیاز است. گیاهان و جانوران نیترژن هوا و خاک را در فرایندی به نام چرخه‌ی نیترژن مورد استفاده قرار می‌دهند. نیترژن به صورت گاز ۷۸ درصد هوا را تشکیل می‌دهد و در دمای معمولی بسیار واکنش‌ناپذیر است. در پاکت‌های چپیس و مانند آن مقداری نیترژن به جای هوا قرار می‌دهند تا محتویات پاکت مانده و نازده نشود. نیترژن در تولید مواد شیمیایی صنعتی، مثل کودها و مواد منفجره، نیز کاربرد دارد.

دستکش پوست دست را در مقابل سرمای شدید نیترژن مایع محافظت می‌کند

هف قطرات ریز آب است که توسط گاز بسیار سرد نیترژن، خشک و به مایع تبدیل شده است

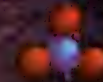
نیترژن به شکل گاز بخش عمده‌ی هوا را تشکیل می‌دهد



اسید نیتریک به صورت محلول در آب باران بر زمین می‌بارد



نیترات‌ها از مواد ضروری برای گیاهان هستند



نیترات‌ها برای میکروارگانیسم‌های خاک نیز ضروری به شمار می‌آیند

کود مایع بر روی محصول پاشیده می‌شود

صاعقه

گرمای حاصل از صاعقه ملکول‌های نیترژن هوا را از هم می‌شکافد. اتم‌های نیترژن با اکسیژن ترکیب شده و اکسید نیترژن تولید می‌شود که پس از حل شدن در آب، اسید نیتریک حاصل می‌شود. اسید نیتریک ضعیف همراه با باران بر خاک می‌بارد و دوباره از هم می‌پاشد و ترکیبات نیترات و نیتریت به وجود می‌آید. این ترکیبات برای حیات گیاهان و میکروارگانیسم‌ها ضروری هستند.

▲ نیترژن مایع

نیترژن در دمای ۱۹۶- درجه سانتیگراد به مایع تبدیل می‌شود. نیترژن مایع انقدر سرد است که می‌تواند در چند ثانیه ماده‌ای را یخ زده کند. در بیمارستان‌ها از نیترژن مایع برای حفظ خون و اندام‌های بدن استفاده می‌شود. ماده‌ای که باید حفظ شود در یک محفظه‌ی خاص قرار داده می‌شود که هوا به آن راه ندارد و با نیترژن مایع پر می‌شود. از آن‌جا که نیترژن در این حالت ماده‌ای غیرفعال است با موادی که در آن قرار داده می‌شود واکنش نخواهد داشت.

▼ خاک حاصلخیز

کشاورزان برای رشد بهتر محصولاتشان از کودهای شیمیایی استفاده می‌کنند. بسیاری از کودها حاوی نیترژن به شکل نیترات‌ها هستند. زیرا گیاهان می‌توانند از این شکل نیترژن استفاده کنند. کودهای طبیعی از فضولات حیوانی و گیاهی تشکیل شده‌اند. کودهای مصنوعی با ترکیب نیترژن هوا و هیدروژن ساخته می‌شوند.



چرخه نیتروژن

تمام موجودات زنده به نیتروژن نیاز دارند، اما اکثر آن‌ها نمی‌توانند نیتروژن هوا را به‌طور مستقیم استفاده کنند. نیتروژن باید با عناصر دیگر در قالب نیتрат‌ها و نیتريت‌ها ترکیب شود تا بتواند مورد استفاده قرار گیرد. این کار توسط صاعقه و باکتری‌ها انجام می‌شود. نیترات‌ها توسط گیاهان جذب می‌شوند و گیاهان توسط جانوران خورده می‌شوند؛ و این آغاز چرخه نیتروژن است.



▲ حرکت اتم‌ها

نیتروژن هوا توسط باکتری‌ها به نیتريت‌ها تبدیل می‌شود که این نیتريت‌ها توسط گیاهان جذب می‌شوند و پروتئین گیاهی ساخته می‌شود. گیاهان توسط جانوران خورده می‌شوند و پروتئین گیاهی به پروتئین حیوانی تبدیل می‌شود. سپس باکتری‌های آزاد کننده نیتروژن وارد عمل می‌شوند و نیتروژن موجود در فضولات جانوری و گیاهان پوسیده را به گاز نیتروژن تبدیل می‌کنند.

▲ باکتری‌های نیتروژن ساز در ریشه گیاهان

باکتری‌ها در چرخه نیتروژن نقشی کلیدی ایفا می‌کنند. بعضی از آن‌ها در گره‌های لوبیایی، مثل این گره ریشه نخود، زندگی می‌کنند. بعضی دیگر آزادانه در خاک زندگی می‌کنند. باکتری‌های خاک نیترات‌ها را می‌گیرند و به نیتريت‌ها و دیگر ملکول‌های نیتروژنی تبدیل می‌کنند.



▲ مواد منفجره

ترکیبات نیتروژن در ساخت مواد منفجره به کار می‌روند. این ترکیبات شامل مواد شیمیایی هستند که به‌سادگی از هم می‌پاشند و مقادیر زیادی گاز ایجاد می‌کنند. آن‌ها را می‌توان برای تخریب ساختمان‌ها بدون آسیب رساندن به ساختمان‌های مجاور مورد استفاده قرار داد. تی‌ان‌تی (TNT) با تری نیتروتولون-گازهای هیدروژن، منوکسید کربن و نیتروژن و هیدروکربن، که دود سیاه ایجاد می‌کند، آزاد می‌کنند.

کودهای شیمیایی

بین ۱۵ تا ۸۰ درصد نیتروژن دارند

گیاهان ترکیبات نیتروژن را از

طریق ریشه‌هایشان جذب می‌کنند



کربن از نظر فراوانی ششمین عنصر جهان و عنصر اصلی تشکیل دهنده‌ی بدن موجودات زنده‌ی زمین است. اتم‌های کربن از طریق چرخه‌ی کربن در میان موجودات زنده جابه‌جا می‌شود. کربن به‌صورت دی‌اکسید کربن در هوا وجود دارد و بخش بزرگی از زغال، نفت خام و گاز طبیعی را تشکیل می‌دهد. کربن خالص به‌ندرت در طبیعت وجود دارد؛ گرچه به‌صورت یکی از چندین شکل مختلف - آلوتروپ - یافت می‌شود.



▼ کربن به عنوان سوخت

هر چیزی که خوب بسوزد معمولاً حاوی کربن است. زغال سنگ، زغال چوب، چوب و کاغذ سرشار از کربن هستند. اتم‌های کربن در کنار یکدیگر انرژی فراوانی در خود ذخیره دارند. وقتی کربن می‌سوزد هر اتم از اتم‌های اطرافش جدا می‌شود و با ترکیب با اکسیژن هوا، دی‌اکسید کربن به‌وجود می‌آید. انرژی ذخیره شده به‌صورت گرما آزاد می‌شود.

زغال سنگ در ۴۰۰ درجه سانتیگراد شروع به سوختن می‌کند



◀ فولرین

اتم‌های کربن در فولرین به‌گونه‌ای به‌یکدیگر متصلند که یک محفظه‌ی توپ مانند به‌وجود می‌آید. فولرین می‌تواند حاوی ۱۰۰، ۸۰، ۶۰ یا ۴۰ اتم کربن باشد. این فولرین ۸۰ اتم دارد. اولین فولرین در دهه‌ی ۱۹۸۰ کشف شد که ۶۰ اتم کربن داشت. نام آن از باکمینستر فولر، آرشیست آمریکایی که ساختمان‌هایی شبیه شکل ملکول آن طراحی کرد، گرفته شده است.

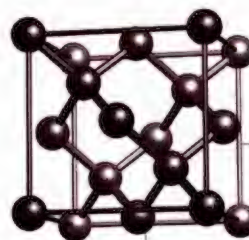
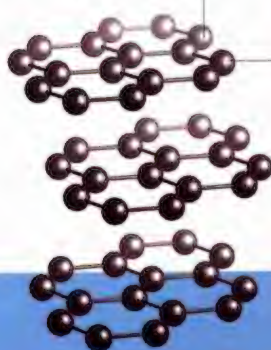
آلوتروپ

اتم‌های بعضی عناصر می‌توانند به شیوه‌های مختلف به‌یکدیگر پیوند بخورند و آلوتروپ‌های مختلف را به‌وجود آورند. کربن به سه شکل یافت می‌شود. الماس، گرافیت و فولرین فقط از اتم‌های کربن تشکیل شده‌اند اما آرایش اتم‌ها در هر یک متفاوت است.

▶ گرافیت

بعضی روغن‌های موتور و تمام مغزی مدادها گرافیت دارند. گرافیت دارای لایه‌هایی از اتم کربن است که می‌توانند روی یکدیگر بلغزند. بین اتم‌های کربن هر لایه پیوندی نیرومند وجود دارد اما پیوند بین لایه‌ها با یکدیگر ضعیف است. به‌دلیل همین حرکت لایه‌ها روی یکدیگر، گرافیت ماده‌ای نرم است.

لایه‌ی اتم‌های کربن
روی لایه‌ی زیرین می‌لغزد



هر اتم کربن پیوندی قوی
با ۴ اتم دیگر دارد

▶ الماس

الماس سخت‌ترین کانی شناخته شده است که اتم‌های کربن در یک شبکه‌ی بسیار سخت به‌نام شبکه‌ی ورودی به‌یکدیگر متصل هستند. الماس در اثر فشرده شدن سنگ‌های مذاب در طول میلیون‌ها سال به‌وجود می‌آید. از الماس در ماشین آلات برش و همچنین به‌عنوان یک جواهر تزئینی استفاده می‌شود.



چرخه‌ی کربن

اتم‌های کربن به‌طور پیوسته در هوا، جانوران، گیاهان و خاک در چرخش هستند. این حرکت اتم‌های کربن در طبیعت را چرخه‌ی کربن می‌گویند. بدن تمام موجودات زنده کربن دارد. کربن از گاز دی اکسید کربن موجود در هوا به‌دست می‌آید. گیاهان سبز و بعضی باکتری‌ها با جذب دی اکسید کربن برای خود غذا می‌سازند. جانوران با خوردن گیاهان مقداری کربن مصرف می‌کنند. دی اکسید کربن با بازدم، تولید فضولات، مردن و پوسیده شدن دوباره به هوا برمی‌گردد.

پیوند بین اتم‌های کربن باعث شده که آن‌ها در شکل‌های ۶ وجهی و ۵ وجهی قرار گیرند



▲ گنبد هندسی

ساختار بادوام فولرین برای ساختمان‌های بزرگ نیز کارایی دارد. باکمینستر فولر، معمار آمریکایی، در دهه‌ی ۱۹۴۰ ساختمانی را طراحی کرد که به گنبد هندسی مشهور است. این ساختمان متشکل از یک شبکه‌ی مثلث‌هایی است که با اتصال به یکدیگر یک کره می‌سازند. این شکل بسیار بادوام بوده و با کمترین مصالح ساختمانی فضای بسیار زیادی در اختیار می‌گذارد و با وجود سبک بودن، بسیار نیرومند است.

▲ حرکت اتم‌ها

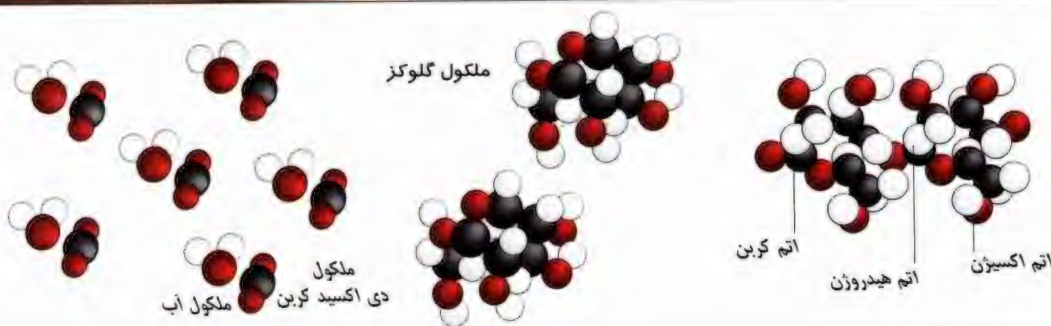
گیاهان سبز دی اکسید کربن را از هوا می‌گیرند و برای خود غذا می‌سازند. وقتی جانور گیاه را می‌خورد کربن را جذب کرده و به بافت‌های اندام خود تبدیل می‌کند. جانور در هنگام بازدم کربن را به‌صورت دی اکسید کربن وارد هوا می‌کند. پس از مردن جانور و پوسیدن جسدش، کربن موجود در بدن آن وارد خاک می‌شود. کرم‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها از بقایای پوسیده‌ی جانوران تغذیه و دی اکسید کربن در هوا آزاد می‌کنند. گیاهان سبز دوباره دی اکسید کربن را از هوا می‌گیرند و چرخه تکرار می‌شود.

شیمی زیست

مطالعه‌ی فرایندهای شیمیایی موجودات زنده را شیمی زیست می‌گویند. این فرایندها شامل تنفس و گوارش غذا می‌باشند. اتم‌های کربن می‌توانند به شیوه‌های مختلف با یکدیگر ترکیب شوند. موجودات زنده عمدتاً از ملکول‌های حاوی کربن تشکیل شده‌اند. ملکول DNA حامل دستوراتی شیمیایی برای ساخت و ایجاد نمونه‌های دقیق ملکول‌های خود و تولید مثل می‌باشد.

غذا برای انرژی

اوران اوتان‌ها نیز مثل همه‌ی موجودات زنده برای کسب انرژی جهت انجام دیگر فرایندهای بدن خود، مثل رشد، حرکت و ترمیم، به غذا نیاز دارند. این واکنش‌های پیچیده‌ی شیمیایی را در جانوران متابولیسم (سوخت و ساز) می‌گویند. گیاهان در فرایندی به‌نام فتوسنتز غذای خود را می‌سازند.



▲ تجزیه‌ی هیدرو کربن‌ها

بسیاری از غذاها، از جمله سیب، ملکول‌هایی به‌نام کربوهیدرات دارند. هیدرو کربن‌ها پس از تجزیه در فرایند گوارش مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کنند. غذاها دو نوع ملکول دیگر نیز دارند: چربی‌ها و پروتئین‌ها. چربی‌ها منبع دیگری برای انرژی هستند و پروتئین‌ها برای رشد ضروری می‌باشند.

▲ گوارش

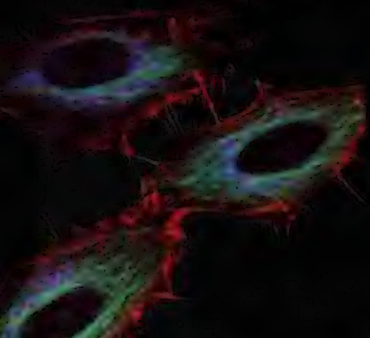
هیدرو کربن شکر شامل ۱۲ اتم کربن، ۲۲ اتم هیدروژن و ۱۱ اتم اکسیژن است. پس از خوردن شکر، ملکول‌هایش تجزیه شده و ملکول‌های گلوکز ساده‌تری ایجاد می‌شوند. آنزیم‌های گوارشی، مثل آمیلاس، این فرایند را سرعت می‌بخشند.

▲ تنفس

ملکول‌های گلوکز وارد خون می‌شوند و به سلول‌های سراسر بدن حمل می‌شوند. هر سلول ملکول‌های گلوکز را در فرایندی شیمیایی به‌نام تنفس جذب می‌کند. در تنفس، پیوند بین ملکول‌های گلوکز می‌شکند و انرژی موجود در آن به‌شکلی در می‌آید که بدن می‌تواند از آن استفاده کند.

▲ انرژی آزاد شده

ملکول‌های گلوکز با اکسیژن هوایی که تنفس می‌کنیم ترکیب شده و انرژی و دی اکسید کربن و آب آزاد می‌شود. فرایندهایی که انرژی آزاد می‌کنند، مثل تنفس، واکنش‌های کاتابولیک نامیده می‌شوند. فرایندهایی که انرژی را می‌گیرند، مثل فرایند ساخت پروتئین‌ها، واکنش‌های آنابولیک هستند.



▲ غذا برای ساخت ملکول‌ها

موجودات زنده نه تنها ملکول‌ها را تجزیه می‌کنند بلکه ملکول‌های پیچیده‌ای، مثل پروتئین‌های ماهیچه‌ها، را نیز می‌سازند. ملکول‌های پروتئین برای رشد ضروری هستند. آن‌ها از اسیدهای آمینه ساخته شده‌اند که از غذاهای حاوی پروتئین، مثل حبوبات و دانه‌ها و گوشت، به دست می‌آیند.

▲ بلوک‌های اسید آمینه

ملکول‌های اسید آمینه، مثل این ملکول هیستیدین، از اتم‌های کربن، هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن تشکیل شده‌اند. این اتم‌ها با پیوند به یکدیگر ملکول‌های پروتئین را می‌سازند که بلوک‌های سازنده‌ی اندام‌ها هستند. بدن ما ۲۰ اسید آمینه‌ی مختلف دارد که در ساخت هزاران پروتئین بدن شرکت دارند.

▲ ملکول پروتئین

این مثل نواری یک ملکول پروتئین است که از زنجیره‌ای از اسیدهای آمینه تشکیل شده است. بعضی پروتئین‌ها فقط چند اسید آمینه دارند، اما بعضی دیگر از هزاران اسید آمینه تشکیل شده‌اند. زنجیره‌های اسید آمینه به راه‌های پیچیده‌ای در هم پیچ و تاب می‌خورند و به هر پروتئین شکل‌های بعدی منحصر به فردی می‌بخشند.

▲ سلول‌های پروتئین

سلول‌های پوست، خون، مو و ماهیچه همگی از پروتئین ساخته شده‌اند. بدن ما هزاران پروتئین مختلف دارد - از جمله آنزیم‌هایی که واکنش‌ها را پیش می‌برند و آنتی‌بادی (یادش)‌هایی که با بیماری‌ها مبارزه می‌کنند.

دی ان ای (DNA)

حیرت انگیزترین ملکول بدن ما ملکولی به نام اسید دی اکسی ریبو نوکلئیک یا DNA است. این ملکول حاوی ژن ها (دستورالعمل ها) برای ساخت هر یک از پروتئین های بدن ما می باشد. تقریباً تمام سلول های بدن ما حاوی DNA هستند که به ۴۶ قسمت به نام کروموزوم تقسیم شده اند. هر سلول فقط دستورالعمل هایی را استفاده می کند که نیاز دارد. به عنوان مثال، فقط یک سلول ماهیچه پروتئین های ماهیچه را می سازد.

اتم اکسیژن
(قرمز)

اتم کربن
(سیاه)

اتم نیتروژن
(آبی)

اتم فسفر
(زرد)

اتم هیدروژن
(سفید)

ساختار ملکولی DNA

این تصویر سه بعدی رایانه ای قسمتی از یک ملکول DNA را نشان می دهد. ملکول شبیه دو قطعه ی نخ است که در یکدیگر تاب داده شده باشند. این ساختار پیچ در پیچ را مارپیچ دو رشته ای می گویند. DNA حاوی ژن ها است. هر ژن آرایش اسیدهای آمینه ی لازم برای ساخت یک پروتئین خاص را در خود دارد. DNA یک ملکول بلند به نام پلیمر است. هر ملکول DNA ترکیبی از ۴ مونومر می باشد: آدنین، سیتوسین، گوانین و تایمین. اگر DNA موجود در یک سلول را به دنبال هم قرار دهیم بیش از دو متر طول خواهد داشت.

ماهیچه ها

تقریباً هر کاری که انجام می دهیم، مثل ژیمناستیک، حرف زدن و یا خواندن، به کمک ماهیچه ما که از پروتئین ساخته شده اند صورت می گیرد. در داخل هر سلول ماهیچه انرژی موجود در ملکول های ATP (آدنوسین تری فسفات) در یک واکنش شیمیایی به جنبش تبدیل می شود. این واکنش همچنین گرما تولید می کند و به همین دلیل است که در موقع ورزش کردن، بدنمان گرم تر می شود. وقتی ملکول های ATP وادار شوند انرژی ذخیره کنند واکنش های آنابولیک رخ می دهد. زمانی که انرژی آزاد می شود واکنش کاتابولیک صورت می گیرد.

شیمی آلی

مطالعه‌ی ترکیبات حاوی کربن را شیمی آلی می‌گویند. اتم‌های کربن می‌توانند با یکدیگر ملکول‌هایی را بسازند که صدها و حتی هزاران اتم کربن داشته باشند. تعداد ترکیبات کربنی بیش از مجموع ترکیبات تمام عناصر دیگر است. فناوری کربن با استفاده از ترکیبات کربن وسایل مختلفی - از قسمت‌های داخلی هواپیماها تا انواع داروها - را می‌سازد.

▶ کربن در تمام موجودات زنده

از پال‌های پروانه گرفته تا گلبرگ‌های کلی که روی آن نشست است، و تمام موجودات زنده، از ترکیبات کربن ساخته شده‌اند. تمام فرایندهایی که در موجودات زنده رخ می‌دهند - گوارش، حرکت و رشد - واکنش‌هایی شیمیایی هستند که ترکیبات کربن در آن‌ها نقش دارند. تنها کربن است که می‌تواند این همه ترکیبات مختلفی را بوجود آورد که تنوع حیات بر روی زمین را بوجود می‌آورد.



اقیل بوتانوات یکی از چندین استری است که در پوست سیب وجود دارد

سوربیتول

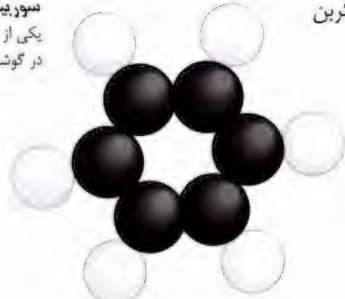
یکی از الکل‌های موجود در گوشت سیب است

اسید کاربوسیک

در گوشت سیب با الکل واکنش انجام داده و استرها تولید می‌شوند

ترکیبات کربنی

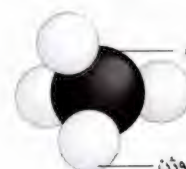
بسیاری از ترکیبات کربن حاوی همان عناصر معدود هستند، اما به مقادیر مختلف و در آرایش‌های متفاوت. هیدروژن، اکسیژن و نیتروژن مهم‌ترین عناصری هستند که با کربن ترکیب می‌شوند. اتم‌های کربن می‌توانند زنجیره‌هایی از فقط کربن و هیدروژن بسازند که هیدروکربن نامیده می‌شود. آن‌ها همچنین می‌توانند حلقه‌هایی از کربن به نام آروماتیک (بودار) بسازند.



ملکول بنزن



ملکول بوتان



ملکول متان

کربن

هیدروژن

▲ الکل‌ها و استرها

استر ترکیبی کربنی است که بوی خاص سیب را به آن می‌بخشد. استرها مایع هستند و بوی خوشایندی دارند و به سرعت تبخیر می‌شوند. استرها در اثر واکنش الکل با یک اسید تولید می‌شوند. الکل‌ها و استرها کربن، هیدروژن و اکسیژن دارند.

▲ حلقه‌ی کربن

ملکول بنزن از حلقه‌ای متشکل از ۶ اتم کربن که هر کدام با یک اتم هیدروژن پیوند خورده‌اند تشکیل شده‌است. این گاز در ساخت رنگ‌ها استفاده می‌شود. ترکیباتی که ملکول‌هایشان از حلقه‌های کربن ساخته شده باشند آروماتیک نامیده می‌شوند و همه‌ی آن‌ها بوهای خاصی دارند.

▲ زنجیره‌ی کربن

گاز بوتان هیدروکربنی پیچیده‌تر از متان است. بوتان چهار اتم کربن و ده اتم هیدروژن دارد. پیشوند "بوت" برای ترکیباتی به کار می‌رود که ملکول‌هایشان ۴ اتم کربن به صورت یک زنجیر دارند.

▲ هیدروکربن‌های ساده

متان یک هیدروکربن است. این ملکول حاوی یک اتم کربن و ۴ اتم هیدروژن است. پیشوند (مت) همیشه برای ترکیباتی به کار می‌رود که ملکول‌هایشان فقط یک اتم کربن دارند. متان یک گاز طبیعی است که مصارف سوختی و صنعتی دارد.

فناوری کربن

صنعت کربن یکی از بزرگ‌ترین و مهم‌ترین صنایع است زیرا تعداد محصولات حاوی ترکیبات آلی (کربنی) خیلی زیاد است. فناوری کربن در تولید داروها، رنگ‌ها، الیاف مصنوعی، طعم دهنده‌های خوراکی، پلاستیک‌ها، لوازم آرایش و چسب‌ها نقش دارد. ماده‌ی خامی که مبنای تمام این محصولات قرار می‌گیرد زغال سنگ، نفت خام و گاز طبیعی است.

▲ فیبرهای کربن

پلی اکرونیکتیل (PAN) را تا ۳۰۰۰ درجه سانتیگراد حرارت می‌دهند و رشته‌های باریک فیبر کربن به وجود می‌آید. این ماده ضد آتش بوده و ۵ بار سبک‌تر ولی دو برابر قوی‌تر از فولاد است. فیبر کربن موارد استفاده‌ی متعددی دارد؛ مانند ساخت تجهیزات ورزشی سبک، قسمت‌های داخلی اتومبیل، لوله‌های ساختمانی و پال و دماغ شاتل‌های فضایی.

▲ تنه‌ی فیبر کربنی دوچرخه

دوچرخه‌های مسابقه اغلب از فیبر کربن ساخته می‌شوند چون هم قوی است و هم سبک و می‌تواند به شکل‌های مختلف قالب‌گیری شود. فیبرهای کربن را به صورت یک پارچه در هم می‌بافند و سپس آن را بریده و در قالب می‌ریزند. قسمت قالب‌گیری شده را با ماده‌ی شیمیایی به نام رزین پر می‌کنند و در کوره می‌پزند تا سخت و محکم شود.

میله‌ی زمین ترکیبی از فیبر کربن و کولار است

لایه‌های فیبر کربن به چرخ استحکام می‌بخشند

تنه‌ی فیبر کربنی ۸ بار سبک‌تر از تنه‌ی فولادی است

چرخ لاستیکی حاوی کربن است



▲ لوازم آرایش

مواد شیمیایی آلی، مانند روغن‌ها و رنگ دانه‌ها، را با ترکیبات تالک، خاک رس و فلزات مخلوط می‌کنند تا لوازم آرایشی چون لاک ناخن، سایه‌ی چشم، رژ لب و رژگونه، ساخته شود. لوازم آرایش جدید نیز مانند داروها باید قبل از ورود به بازار تحت آزمایش‌ها قرار گیرند تا اطمینان حاصل شود که آسیبی به انسان نمی‌رسانند.

▲ پلاستیک‌ها

تمام پلاستیک‌ها ترکیباتی آلی هستند که از پلاستیک بازیافتی یا مستقیماً از زغال سنگ، نفت خام یا گاز طبیعی به دست می‌آیند. پلاستیک‌ها، از کیسه‌های پلاستیکی گرفته تا میز و صندلی و سه پایه، هم سبک هستند و هم ارزان تمام می‌شوند. ملکول‌های پلاستیک از زنجیره‌های بلند اتم‌های کربن به نام پلیمر تشکیل شده‌اند.

▲ رنگ

دانه‌های رنگ‌هایی که لباس‌های ما را رنگ می‌کنند عمدتاً ترکیبات آلی دارند. رنگ دانه‌ها سطح روی یک ماده را می‌پوشانند اما رنگ‌های لباس یا ملکول‌های پارچه‌ای که باید رنگ شود پیوند می‌خورند. ملکول‌های رنگ دانه‌ها اغلب حاوی چندین حلقه اتم‌های کربن هستند.

▲ داروها

داروهای جدید برای درمان بیماری‌های خاص از ترکیب مواد آلی به شیوه‌های جدید ساخته می‌شوند. بعضی از آن‌ها ساختاری شبیه ترکیبات موجود در بدن ما یا گیاهان دارند. داروهای جدید قبل از ورود به بازار تحت آزمایش‌ها متعدد قرار می‌گیرند تا از هر نوع اثرات جانبی آن‌ها اطمینان حاصل شود.

صنایع شیمیایی

مواد لازم برای صنایع شیمیایی پیرامون ما را احاطه کرده‌اند. مواد شیمیایی لازم برای ساخت رنگ اتومبیل‌ها، پلاستیک برای رایانه‌ها و مواد مورد نیاز صنایع دارویی از آن جمله‌اند. مهندسين شیمی با مواد خام طبیعی ارزان، مثل **مواد پتروشیمی**، آب دریا و کانی‌ها، آغاز می‌کنند. آن‌ها مواد را با استفاده از فرایندهای فیزیکی، مثل تبخیر و واکنش‌های شیمیایی، از هم جدا می‌کنند. این فرایندها در کارخانه‌هایی به نام تأسیسات شیمیایی صورت می‌گیرد.

استخراج نمک

عناصر سازنده‌ی نمک - سدیم و کلر - در ساخت رنگ‌ها، صابون‌ها، کودهای شیمیایی، شوینده‌ها و کاغذ نیز به کار می‌روند. نمک را به کمک تبخیر آب از محلول نمک به دست می‌آورند. در کشورهای گرم، آب دریا را در حوضچه‌های کم عمق و وسیع به نام حوضچه‌ی نمک می‌ریزند و آب یا تابش آفتاب تبخیر می‌شود و نمک باقی می‌ماند. این نمک را سپس به کارخانه‌ها و سپس به سراسر دنیا حمل می‌کنند.



کلرید سدیم
 Na_2Cl_2

جدا سازی آب و نمک

در کارخانه‌های شیمیایی بزرگ، در فرایندی به نام الکترولیت، که طی آن یک جریان الکتریسته از یک محلول غلیظ نمک عبور داده می‌شود، محلول نمک را به عناصر سازنده‌ی آن تجزیه می‌کنند. کلر موجود در نمک

و هیدروژن آب آزاد می‌شود. سدیم و یون‌های هیدروکسید به صورت هیدروکسید سدیم باقی می‌ماند. این محلول قلیایی برای ساختن صابون، کاغذ و بعضی رنگ‌ها به کار می‌رود. کلر در ساخت



لوله‌های آب به رنگ سبز

گاز کلر در لوله‌های زرد جمع آوری شده است

گاز هیدروژن

در لوله‌های قرمز جاری می‌شود



ساخت رنگ

برای ساخت رنگ‌ها، رنگ دانه‌ها را با ماده‌ای چسب دار (به نام نگه‌دارنده) در ظرف‌های بزرگ مخلوط می‌کنند. سپس ماده‌ای شیمیایی به نام ماده‌ی مرطوب کننده به آن افزوده و توسط همزن‌های بزرگ هم زده می‌شود. ماده‌ی مرطوب کننده موجب می‌شود رنگ به آسانی جاری شود. در رنگ‌هایی که پایه آبی دارند برای رقیق شدن از آب استفاده می‌کنند. رنگ‌های پراک از ماده‌ای شیمیایی به نام تیر یا الکل سفید استفاده می‌کنند. پس از این که رنگ مورد استفاده قرار گرفت، ماده‌ی رقیق کننده و مرطوب ساز آن تبخیر و ماده‌ی نگه‌دارنده خشک و محکم می‌شود.

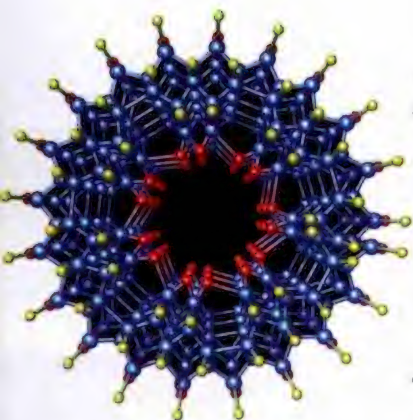


ساخت رنگ دانه‌ها

بسیاری از رنگ‌ها با استفاده از هیدروکسید سدیم ساخته می‌شوند. رنگ دانه‌ها ترکیباتی رنگی هستند که در آب حل نمی‌شوند. آن‌ها به صورت پودر بوده و به آسانی با یکدیگر مخلوط و رنگ‌ها و جوهرهای مختلف و مرکب چاپ تولید می‌شود. امروزه شیمی‌دان‌ها رنگ‌ها را در کارخانجاتی بزرگ تولید می‌کنند. رنگ دانه‌ها اغلب با مخلوط کردن محلول نمک با مواد شیمیایی به دست می‌آیند. این مخلوط را از صافی گذرانده و پس از خشک شدن توسط غلتک‌های بزرگ پودر می‌کنند.

صنایع دارویی

صنعت داروسازی هزاران دارویی را که برای جلوگیری و مبارزه با بیماری‌ها به کار می‌رود تولید می‌کند. شیمی‌دان‌ها برای مبارزه با یک بیماری خاص مواد مصنوعی در آزمایشگاه تولید می‌کنند. این مواد به کمک حرارت و واکنش‌های شیمیایی به‌طور مصنوعی ساخته می‌شوند. هر ماده پس از انجام آزمایش‌های کامل و اطمینان از بی‌ضرر بودن، در داروها به کار گرفته می‌شوند.



تحقیق و تولید

یک شیمی‌دان پژوهشگر ملکول‌ها را روی رایانه‌ی خود مدل‌سازی می‌کند. رایانه پایگاه داده‌ی عظیمی دارد که نشان می‌دهد اتم‌ها چگونه با یکدیگر ترکیب و نسبت به یکدیگر واکنش نشان می‌دهند. این به شیمی‌دان کمک می‌کند تا ملکولی را بسازد که شکل و ساختار صحیح برای واکنش با مواد شیمیایی بدن انسان داشته باشد. شیمی‌دان باید دانش عمیقی از بیماری خاص و مواد شیمیایی درگیرشونده‌ی بدن انسان داشته باشد.



ساخت دارو

شیمی‌دان‌ها هزاران ملکول را آزمایش و ترکیبات جدیدی تولید می‌کنند تا داروی جدیدی ساخته شود. شیمی‌دان‌ها ترکیبات جدید را در مقادیر کوچک حداقل به مدت سه سال مورد آزمایش قرار می‌دهند. ترکیباتی که مناسب تشخیص داده شوند و از آزمون‌های ایمنی بگذرند به مدت ۵ سال در تحقیقات بالینی روی انسان آزمایش می‌شوند تا دارو به‌طور رسمی وارد بازار شود.



تولید دارو

پس از تحقیقات بالینی، ترکیباتی که بیش از همه با یک بیماری واکنش موفقیت آمیز نشان داده‌اند به‌صورت داروی جدید به بازار عرضه می‌شود. قرص و کپسول دو شیوه‌ی متداول توزیع دارو هستند چون ذخیره و مصرف آن‌ها آسان است. بعضی کپسول‌ها پوششی ژلاتینی دارند که در معده‌ی انسان حل و دارو آزاد می‌شود.

صنایع پتروشیمی

نفت خام مایعی تیره و غلیظ است که از منابع زیر زمین یا دریا استخراج می‌شود. هر قطره‌ی نفت حاوی صدها ترکیب هیدروکربن (هیدروژن و کربن) است، که به آن‌ها مواد پتروشیمی می‌گویند. شیمی‌دان‌ها هیدروکربن‌های مختلف را از طریق تقطیر در پالایشگاه از یکدیگر جدا می‌کنند. از هیدروکربن‌ها هزاران محصول مختلف به‌دست می‌آید.



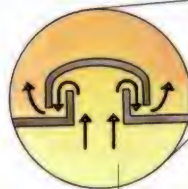
اجزای سبک‌تر گازهایی چون متان و بوتان هستند که در سیلندرهایی برای مصارف خانگی جمع‌آوری می‌شوند



نفت، ماده‌ی اولیه‌ی پلاستیک‌ها، کودهای شیمیایی، داروها و الیاف پارچه در ۱۶۰-۷۰ درجه سانتیگراد به‌دست می‌آید

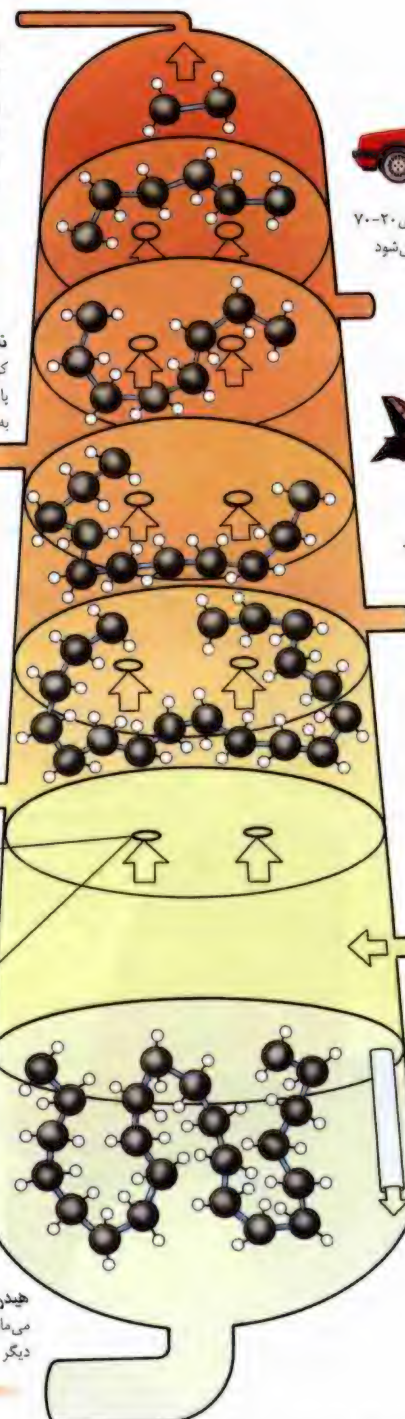


گازوئیل جهت سوخت کامیون‌ها و مصارف صنعتی در ۲۵۰-۳۵۰ درجه تقطیر می‌شود



گازها در ستون از سوراخ‌هایی به‌نام کلاهک‌های حیاب بالا می‌روند

هیدروکربن‌های سنگین در ته ستون باقی می‌مانند که برای ساخت قیر و سوخت‌های دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد



بنزین اتومبیل در دمای ۲۰-۷۰ درجه سانتیگراد تقطیر می‌شود



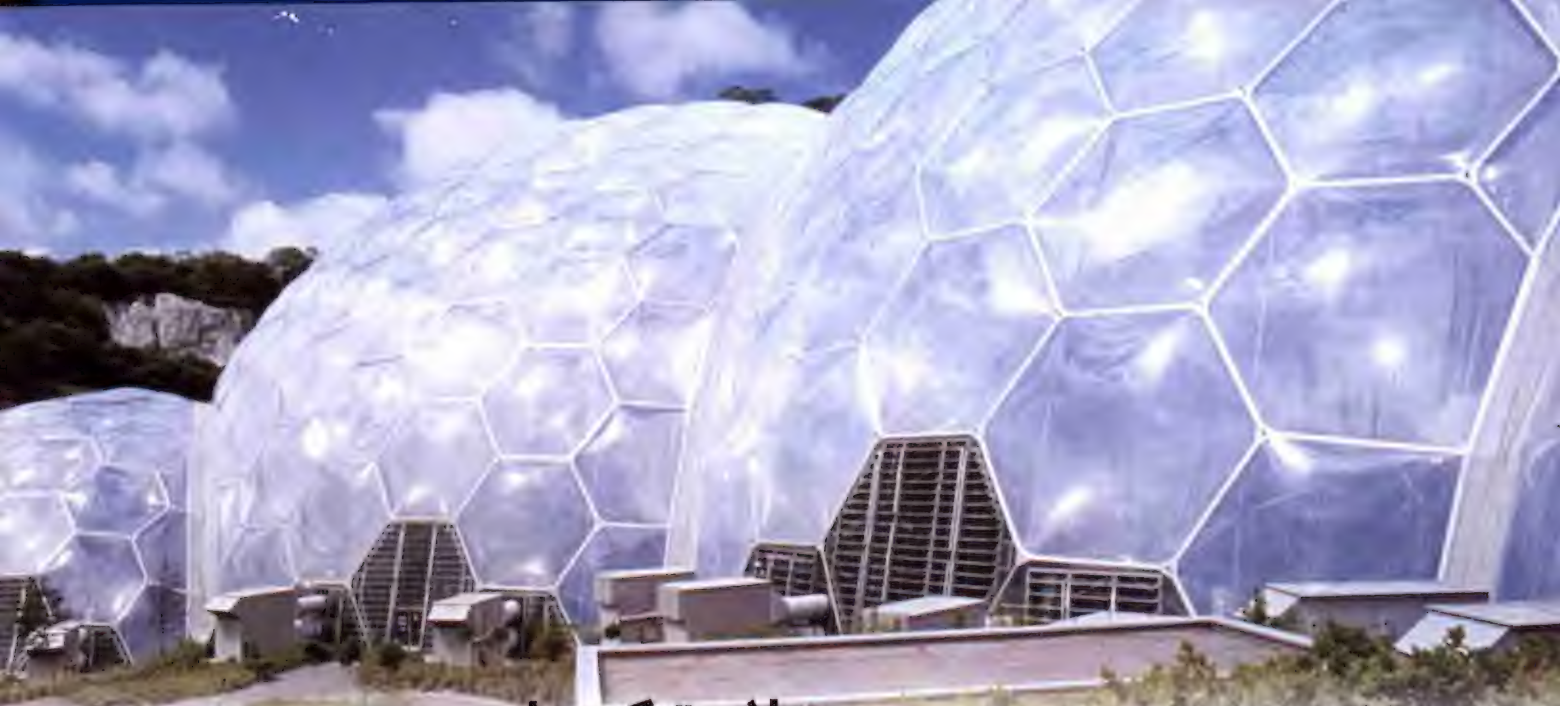
بنزین هواپیما در دمای ۱۶۰-۲۵۰ درجه به‌دست می‌آید



بخار نفت خام در ستون تقطیر جاری می‌شود

ستون تقطیر

نفت خام را گرم می‌کنند تا به بخار تبدیل شود. بخار را به یک ستون یا برج به‌نام ستون تقطیر تغذیه می‌کنند. بخار با بالا رفتن در ستون به‌تدریج خنک می‌شود. وقتی یک جزء (یکی از ترکیبات هیدروکربن) از شکل بخار تا نقطه‌ی جوش خود خنک می‌شود تقطیر شده و به‌صورت مایع در می‌آید که برای فراوری بیشتر با لوله به بخش دیگری از پالایشگاه منتقل می‌شود.



پلاستیک‌ها

از پلاستیک در ساخت طیف وسیعی از وسایل، از جمله میز و صندلی، رایانه و اسباب بازی، استفاده می‌شود. پلاستیک‌ها در طبیعت یافت نمی‌شوند بلکه از زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی به دست می‌آیند. پلاستیک‌ها از اتم‌های کربن، هیدروژن و اتم‌های دیگر، در ملکول‌های زنجیره‌ای بلندی به نام پلیمر تشکیل شده‌اند. پلاستیک‌ها به دلیل سبک و قوی بودن و تحمل گرما و مواد شیمیایی موارد استفاده‌ی فراوان دارند. پلاستیک را همچنین می‌توان تقریباً به هر شکل و اندازه‌ای قالب‌گیری کرد.

▲ پلاستیک شفاف

پروژه‌ی عدن، در کرن وال انگلستان، مجموعه‌ای از گلخانه‌های بسیار بزرگ است، هر یک ۶۰۰۰۰ متری از کیسه‌های پلاستیکی پر شده از هوایی به نام اتیل‌ترن‌فلوئورو اتیلین (ETFE) ساخته شده است. این ماده صد بار سبک‌تر از شیشه است و چسبندگی ندارد. به همین دلیل هر بار که باران بیاید غبار و کثافات از آن شسته و پاک می‌شود.



▲ پلاستیک عایق‌کاری

پلاستیک‌های جدید را می‌توان با خصوصیات دقیق و مشخصی که مناسب مصرف خاص آن باشد تولید کرد. مایلار پلاستیکی است که در عایق‌کاری شاتل‌های فضایی استفاده می‌شود. این ماده به شکل لایه‌ی پولیستر براق، قوی و سبکی است که در ورقه‌های بسیار نازک ساخته می‌شود و گرمای شدید ناشی از ورود شاتل فضایی به جو زمین را منعکس و سفینه و سرنشینانش را محافظت می‌کند.

◀ پلاستیک رنگی

پلاستیک‌ها انقلابی در طراحی به وجود آورده‌اند و رنگ‌ها و شکل‌هایی در اختیار می‌گذارند که قبلاً در دسترس نبود. پلاستیک مایع در قالب به شکل‌های مختلف درآورده می‌شود. افزودن رنگ‌ها به مایع پلاستیک، پلاستیک‌های رنگی زیبایی به وجود می‌آورد. افزودن بعضی رنگدانه‌ها پلاستیک‌های رنگی شفاف تولید می‌کند.

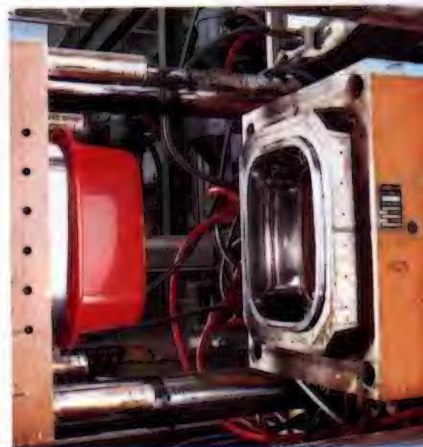
رنگدانه‌ی قرمز، رنگ قرمز براقی به صندلی می‌دهد



صندلی قالب‌ریزی شده و یک پارچه‌ی پلاستیکی

► ریخته‌گری تزریقی

کاسه‌های پلاستیکی را اغلب با ریخته‌گری تزریقی می‌سازند. ماده‌ی پلاستیکی را گرم می‌کنند تا ذوب شود و سپس پلاستیک مایع را به داخل یک قالب، که توسط گیره نگه‌داری شده، تزریق می‌کنند. پس از خنک شدن و سرد شدن قالب، کالای ساخته شده را از قالب بیرون می‌آورند. این فرایند برای تولید انبوه وسایلی مثل کاسه، لگن، ظرف کره، ظرف ماست و مانند آن، استفاده می‌شود.



پلیمرها

پلاستیک‌ها پلیمرهایی مصنوعی هستند. پلیمرها موادی هستند که ملکول‌هایشان از ملکول‌های ساده‌تری به نام مونومر، که در زنجیره‌هایی بلند و پیچ و تاب دار به یکدیگر وصل می‌شوند، تشکیل شده‌اند. مونومرها حاوی کربن و هیدروژن و گاه عناصر دیگری مانند اکسیژن و نیتروژن هستند. پلیمرهای مصنوعی را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد: ترموپلاستیک‌ها و ترموست‌ها.

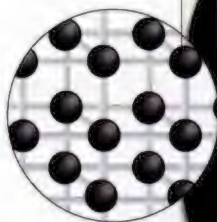
► ترموپلاستیک‌ها

این گلوله‌های پلاستیکی از یک پلیمر ترموپلاستیکی به نام PVC ساخته شده‌اند. در پلیمرهای ترموپلاستیک ملکول‌ها در زنجیره‌هایی بلند آرایش یافته‌اند و بین زنجیره‌ها پیوندی وجود ندارد و زنجیره‌ها در اثر حرارت به سادگی بر روی یکدیگر می‌لغزند. ترموپلاستیک‌ها را می‌توان به دفعات ذوب و دوباره سرد کرد. در نتیجه به آسانی بازیافت می‌شوند.



زنجیره‌های پلیمر ترموپلاستیک با یکدیگر پیوند ندارند

زنجیره‌های پلیمر ترموست با یکدیگر پیوند خورده و شبکه‌ای قوی به وجود می‌آورند



چرخ پلی یورتان نیرومند و سبک است

► ترموست‌ها

ترموست‌ها، از جمله پلی یورتان، مورد استفاده در ساخت چرخ‌های اسکیت، را نمی‌توان ذوب و دوباره قالب‌گیری کرد. آن‌ها برخلاف ترموپلاستیک‌ها به جای ذوب شدن می‌سوزند؛ زیرا زنجیره‌های پلیمری آن‌ها در شبکه‌ای سخت به دیگر زنجیره‌ها متصل هستند و نمی‌توانند به آسانی بر روی یکدیگر بلغزند.

پلاستیک‌های متداول

پلی وی سی

پلی وینیل کلرید (PVC) پلاستیکی است که در ساخت کارت‌های اعتباری و لباس‌های ضد آب به کار می‌رود. ماده‌ای محکم و انعطاف پذیر است که با هزینه‌ی کم تولید می‌شود و به آسانی می‌توان روی آن چاپ کرد.



پلی تین

دو نوع پلی تین وجود دارد: پلی تین چگالی پایین که برای ساخت کیسه‌های پلاستیکی سبک وزن استفاده می‌شود؛ و پلی تین چگالی بالا که قوی‌تر است و برای ساخت بطری‌های پلاستیکی شیر به کار می‌رود.



پلی استرین

پلی استرین یا PS می‌تواند یا سخت و یا اسفنجی باشد. پلی استرین سخت برای ساخت اسباب بازی‌ها و ظروف به کار می‌رود. پلی استرین اسفنجی برای بسته‌بندی غذاهای آماده استفاده می‌شود.



پلی اتیلین ترفتالات

که بیشتر به پی‌ای‌تی (PET) مشهور است پلاستیکی قوی است که برای ساخت بطری‌های نوشابه استفاده می‌شود. این ماده قابل بازیافت است و از بازیافت آن الیاف موکت و نوار کاست‌های تصویری می‌سازند.



پلی پروپیلین

پلی پروپیلین یا PP پلاستیکی با نقطه‌ی ذوب نسبتاً بالا (۱۶۰ درجه سانتیگراد) است. از این ماده در ساخت فیلم‌های دوربین و مواد پلاستیکی مقاوم در برابر شوینده‌ها استفاده می‌شود.



پلی آمید

پلی آمید (PA) پلاستیکی است که در بسته بندی مواد غذایی چرب مانند پنیر و گوشت استفاده می‌شود. اسم دیگر این ماده نایلون است و در ساخت پارچه، طناب، الیاف قالی و موی قلم‌موا استفاده می‌شود.



شیشه

شیشه، که اول بار بیش از ۵ هزار سال قبل ساخته شد، مایعی غلیظ است که هیچگاه به طور کامل سخت نمی شود. به همین دلیل است که شیشه‌ی قدیمی پنجره‌ها در پایین ضخیم‌تر از قسمت بالا هستند. شیشه هنوز هم موارد استفاده‌ی فراوان دارد زیرا ماده‌ای شفاف، محکم و نیرومند است که می‌تواند بارها ذوب و بازیافت شود. شیشه‌ی مذاب را می‌توان به شکل‌های مختلف، از جمله ورقه‌های تخت برای پنجره‌ها و حتی الیاف باریک و نخ مانند، شکل داد. فناوری شیشه پیشرفت بسیار بالایی داشته تا جایی که می‌توان شیشه‌هایی مقاوم در برابر آتش و نشکن تولید کرد.



معماری شیشه‌ای

بیش از ۷ هزار ورقه‌ی لوزی شکل شیشه‌ای در ساخت برج سوئیس در لندن به کار رفته است. هر ورقه مسطح است اما با قرار گرفتن این ورقه‌ها در کنار یکدیگر در یک شبکه‌ی فولادی، ساختمانی دارای انحنا به وجود آمده است. نور از این پنجره‌هایی که از زمین تا سقف امتداد دارند به درون می‌تابد و نمایی ۳۶۰ درجه‌ای از شهر لندن در اختیار ساکنین آن قرار می‌دهد.



شیشه‌ی رنگی

شیشه‌ی رنگی با حل کردن ترکیبات فلزی و ماسه‌ی مذاب به دست می‌آید. ترکیبات مختلف فلزی رنگ‌های متفاوتی به وجود می‌آورند؛ مثلاً سولفید سلنیوم شیشه را قرمز می‌کند. ترکیبات آهن و کروم شیشه‌هایی با رنگ سبز تیره می‌سازند.

ساخت شیشه

شیشه‌ی مذاب

مخلوط ماسه، خرده شیشه، جوش شیرین و آهک در کوره حرارت داده می‌شود و در حدود ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد این مخلوط ذوب و شیشه‌ی مایع (مذاب) ایجاد می‌شود که به قسمت‌های کوچکتری به نام کلوخه برش می‌خورد.

شکل دهی

کلوخه‌ها را در قالب‌های بطری وار می‌ریزند و هوای فشرده به درون آن می‌دمند تا شیشه به طرف دیوارهای قالب رانده شود. بطری‌ها را از قالب‌ها جدا می‌کنند و دوباره کمی حرارت می‌دهند تا ناخالصی‌ها گرفته شود.

خنک سازی

بطری‌ها را روی یک نقاله‌ی متحرک و در شرایط دقیقاً کنترل شده به آرامی خنک می‌کنند. این عمل به گونه‌ای صورت می‌گیرد که دانه‌های غبار وارد شیشه نشود و همچنین، شیشه نشکند.

فیبر نوری به نازکی مو و بسیار انعطاف پذیر است

الیاف نوری

شیشه‌ی مذاب را می‌توان به صورت لوله‌های بسیار نازک به نام الیاف نوری درآورد. یک شعاع نور در طول یک لوله تابانده می‌شود که حتی پیچ‌های آن را نیز دنبال می‌کند. الیاف نوری در کابل‌های تلفن استفاده می‌شود. پالس‌های نور اطلاعات را در طول لوله منتقل می‌کنند. الیاف نوری همچنین در دستگاه‌های آندوسکوپی (که برای مشاهده‌ی درون بدن انسان به کار می‌رود) استفاده می‌شود.

فناوری شیشه

مهندسين مواد خواص شیشه را طوری بهبود بخشیده‌اند که در طیف وسیعی از مصارف به کار می‌آید. شیشه‌ی ضد حرارت اجاق‌ها با افزودن مواد شیمیایی به شیشه‌ی مذاب ساخته می‌شود که باعث می‌شود نور از شیشه عبور کند اما حرارت از آن نگذرد. شیشه‌ی اتومبیل‌ها با سرد کردن سریع شیشه‌ی مذاب به کمک امواج تند هوای سرد به صورت نشکن در می‌آید. لوله‌های آزمایش و دیگر وسایل شیشه‌ای مورد استفاده در آزمایشگاه‌های علمی باید بتوانند دماهای بالا را تحمل کنند. این نوع شیشه‌ها را با افزودن اکسیدبورون به مواد خام و به دست آمدن بروسیلیکات‌ها ضدحرارت می‌کنند.

سرامیک

کلمه‌ی سرامیک برگرفته از یک لغت قدیمی یونانی به معنی «خاک پخته» است. سرامیک‌ها را با گرما دادن مخلوط خاک و گل در کوره می‌سازند. چینی، آجر و سفال نیز از خاک پخته به‌دست می‌آیند. در چند دهه‌ی اخیر **سرامیک‌های پیشرفته‌ای** درست شده‌اند که ویژگی‌هایی برتر از سرامیک‌های سنتی دارند.



جوسیا وود
انگلیسی، ۱۷۳۰-۱۷۹۵
سفالگر معروف که ظروف سفالی رنگی فراوانی از خود به جا گذاشته است. او بیشتر به خاطر ظروف جاسپر با طرح‌های کلاسیک و رنگ‌های سفید بر روی زمینه‌ی آبی یا سبز شهرت دارد. وی همچنین مخترع دماسنج کوره است.

معماری بتنی

موزه‌ی عظیم گائنه‌ایم در ۱۹۵۹ با بتن ساخته شد. بتن هنوز هم از مصالح اصلی ساختمان‌ها به‌شمار می‌آید. بتن متشکل از سیمان و ماده‌ای سفالی است که با خرد کردن و حرارت دادن گل رس، گچ و ماسه به‌دست می‌آید. این ماده که بسیار شبیه ساروج است پس از خشک شدن با سیمان، آب، ماسه و ریزک مخلوط می‌شود تا بتن به‌دست آید. بتن پس از خشک شدن بسیار محکم و نیرومند است.



چینی

چینی از دیگر ظروف سفالی باقت ظریف‌تری دارد. چینی را از نوعی خاک سفید به‌نام کائولین می‌سازند که تا دماهای بسیار بالا حرارت داده می‌شود. بیشتر وسایل سفالی آب را از خود عبور می‌دهند مگر این که لعاب دار باشند. چینی به‌طور طبیعی در مقابل آب مقاوم است و ارزش آن به‌دلیل ظرافت و صافی آن است.

ساخت سفال‌ها

سفالگری

سرامیک‌ها را می‌توان بر روی یک چرخ گردان شکل داد. سفالگر گل را در مرکز چرخ می‌گذارد و سپس با ظرافت آن‌ها را به کمک دست به شکل‌های مختلف در می‌آورد.



پختن

ظروف را پس از خشک شدن، در کوره می‌پزند. برای لعاب دادن سفال ماده‌ی رنگی را روی آن می‌مالند و آن را دوباره می‌پزند. لعاب باعث می‌شود سفال ضدآب شود.



تزئین

ظروف را پس از لعاب دادن می‌توان با نقاشی و استفاده از رنگ‌های مختلف تزئین کرد؛ که برای دائمی شدن نقش‌ها باید دوباره آن‌ها را در کوره حرارت داد.



سرامیک‌های پیشرفته

امروزه از سرامیک‌های زیستی برای جایگزینی دندان‌ها و استخوان‌ها استفاده می‌شود. آن‌ها را از یک عنصر ویژه‌ی خاک رس خالص می‌سازند که تا دمای خاص (گاه در محیط گازی ویژه، مثل نیتروژن) حرارت داده می‌شوند. این کار باعث تغییر ساختار و ویژگی‌های شیمیایی سرامیک می‌شود.

سرامیک‌های شاتل فضایی

سفال‌های شاتل فضایی یکی از انواع سرامیک‌های پیشرفته است که می‌تواند تا دمای ۱۲۸۰ درجه‌ی سانتیگراد را تحمل کند. شاتل‌های فضایی با بیش از ۳۰۰۰۰ قطعه سفال پوشانده می‌شوند تا از آن‌ها در مقابل گرمای شدید ناشی از ورود شاتل به اتمسفر زمین در هنگام بازگشت از فضا محافظت کند.





پارچه‌های مصنوعی

پارچه‌های مصنوعی، از جمله نایلون و پولیستر، تماماً از مواد شیمیایی ساخته می‌شوند. پارچه‌های طبیعی، مثل پارچه‌های کتان، ابریشمی و پشمی، از الیاف گیاهی یا جانوری ساخته می‌شوند. پارچه‌های مصنوعی به دلیل ویژگی‌های پیشرفته و برترشان در مقایسه با مواد طبیعی به کار گرفته می‌شوند. مثلاً بارانی‌های پلاستیکی آب را از خود عبور نمی‌دهند و لیکرا پارچه‌ای است که کش می‌آید و دوباره به شکل اول برمی‌گردد.

▲ فست اسکین

لباس چسبانی که از پارچه‌ی فست اسکین ساخته می‌شود به شناگر کمک می‌کند سریع‌تر از زمانی که لباس شنا معمولی به تن دارد در آب پیش برود. این پارچه نوعی پارچه‌ی کش‌سان است که از پولیستر و لیکرا ساخته می‌شود. این لباس چسبان از چندین قطعه پارچه‌ی فست اسکین ساخته شده است که بدن شناگر را در خود می‌گیرد و تا حد ممکن آن را باریک‌تر می‌کند.

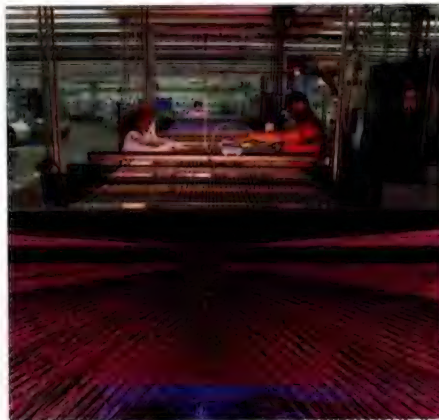


▼ فناوری فست اسکین

در اختراع فست اسکین از طبیعت الهام گرفته شده است. مهندسين دریافتند که کوسه‌ها شیارهای V شکل بر روی پوست خود دارند که اجازه می‌دهند آب با سرعت زیاد بر روی پوست حرکت کند. فست اسکین نیز به چنین شیارهایی مجهز است. شیارها در کاهش نیروی پسای آب و به جلو راندن شناگر کمک می‌کنند.

► ساخت پارچه‌های مصنوعی

نقطه‌ی شروع بیشتر پارچه‌های مصنوعی مایعی است که از فراورده‌های زغال سنگ، نفت خام و یا گاز طبیعی به‌دست می‌آید. این مایع را از سوراخ‌های بسیار ریز عبور می‌دهند و مایع پس از عبور از سوراخ‌ها خنک و جامد می‌شود و نخ‌های ظریف به‌وجود می‌آید. این نخ‌ها را در یکدیگر می‌بافند و به‌شکل پارچه در می‌آورند.



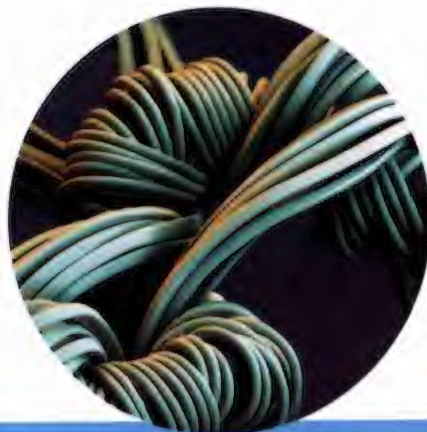
▼ دستکش کولار (Kevlar)

این اشیای تیز و برنده‌ی فلزی را می‌توان با استفاده از دستکشی ساخته شده از پارچه‌ای به‌نام کولار جای‌جا کرد بدون این که به دست آسیبی برسد. الیاف کولار از زنجیره‌های ملکولی پیچیده و بلندی با پیوند قوی بین زنجیره‌ها ساخته شده‌اند. این ساختار نیرومند باعث می‌شود که پارچه‌ی کولار علاوه بر سبکی و انعطاف‌پذیری ۵ برابر نیرومندتر از فولاد باشد. از کولار در ساخت جلیقه‌های ضد گلوله نیز استفاده می‌شود.



▲ نخ‌های نایلون

نایلون اولین پارچه‌ی مصنوعی بود که در ۱۹۳۸ ساخته شد. زنجیره‌های بلند ملکول‌هایی به‌نام پلی آمید با حرارت دادن یک محلول پلیمر تا ۲۶۰ درجه سانتیگراد حاصل می‌شود. مایع را با فشار از سوراخ می‌گذرانند و رشته‌های نخ را در حمام خنک ساز سرد می‌کنند. سپس نخ‌ها را در یکدیگر می‌بافند و پارچه‌ی نایلون به‌دست می‌آید.



e+
پارچه‌های
مصنوعی
synthetics

کامپوسیت‌ها

کامپوسیت ترکیبی از دو یا چند ماده‌ی مختلف است. ماده‌ی جدید مجموعه‌ی از بهترین خواص - مانند استحکام و سبکی - هر دو ماده‌ی اولیه را دارد. بدنه‌ی قایق‌ها، دوجرخه‌ها، راکت‌های تنیس و حتی ماده‌ای که دندان‌ها را با آن پر می‌کنند از کامپوسیت‌ها ساخته می‌شوند. بیشتر کامپوسیت‌ها مواد مصنوعی هستند اما در طبیعت نیز وجود دارند.

فیبر شیشه (فایبر گلاس)

این تصویر فیبر شیشه که بسیار بزرگ‌تر از اندازه‌ی طبیعی است، چگونگی یافت الیاف شیشه‌ای نازک در یکدیگر را نشان می‌دهد. الیاف بافته شده توسط ماده‌ای پلاستیکی به نام رزین پوشانده می‌شود. در نتیجه، این ماده استحکام شیشه و انعطاف‌پذیری رزین را به‌خود می‌گیرد.



صفحه‌ی دم (سکان) این هواپیما به‌طور یکپارچه از فیبر شیشه قالب‌گیری شده است

em
کامپوسیت‌ها
composites

شیشه‌ی جلوی این اتومبیل از کامپوسیت شیشه و پلاستیکی به نام پلی وینیل بوتیرال (PVB) ساخته شده است

کمربند ایمنی از کامپوسیت پلی اتیلن ترفتالات ساخته شده است

بدنه و شاسی از یک کامپوسیت فولاد تشکیل شده است

لاستیک‌ها از کامپوسیت لاستیک و سیلیک‌ها ساخته شده‌اند

اتومبیل اسمارت (هوشمند)

این اتومبیل اتومبیلی دو نفره و بسیار سبک است و در نتیجه، سوخت کمتری از اتومبیل‌های سنگین‌تر استفاده می‌کند. همچنین طراحی آن باعث شده تا در مراکز شلوغ شهرها به جای کمتری نیاز داشته باشد. حدود ۴۰ درصد از یک اتومبیل هوشمند از مواد کامپوسیتی ساخته می‌شود که به‌یکدیگر وصل می‌شوند و در نتیجه، قسمت‌ها را می‌توان به‌آسانی تعویض کرد.

گلگیرها از پلی کریبات (PC) و پلی مینیل ترفتالات (PVT) ساخته می‌شوند

کامپوسیت طبیعی

استخوان کامپوسیتی از هیدروکسی آپاتیت و پروتئینی به نام کلاژن است. هیدروکسی آپاتیت ماده‌ای شکننده و سخت و صلب است که استحکام یافت استخوانی را باعث می‌شود. کلاژن نرم و اسفنجی است و به استخوان انعطاف‌پذیری می‌دهد. استخوان انسان از ۸۰ تا ۹۰ درصد هیدروکسی آپاتیت و ۱۰ تا ۲۰ درصد پروتئین کلاژن تشکیل شده است.

کلایدر سبک وزن

فیبر شیشه ماده‌ای بسیار مناسب برای ساخت کلایدر است زیرا وزن بسیار کم اما استحکام بسیار بالایی دارد. توانایی آن به قالب‌گیری شدن و شکل‌گیری نیز آن را برای ساخت بدنه‌ی قایق‌های بادبانی کوچک مناسب می‌سازد. بدنه‌ی این قایق‌ها را به‌سبورت یکپارچه قالب‌گیری می‌کنند و قالب‌ها درز و شکاف ندارند؛ بنابراین آب نمی‌تواند به داخل قایق نشت کند.

داشبورد اتومبیل از پلی پروپیلین که یک کامپوسیت پلاستیکی است ساخته می‌شود



مواد جدید

دانشمندان مواد، مواد جدیدی را می‌سازند و آزمایش می‌کنند که کارهای بهتری نسبت به مواد موجود انجام دهند و یا ساخت آن‌ها آسان‌تر یا ارزان‌تر باشد. دانشمندان از دانش چگونگی ترکیب اتم‌های ملکول‌ها به راه‌های جدید استفاده می‌کنند. آن‌ها همچنین مواد موجود را در معرض فشار و حرارت قرار می‌دهند تا موادی با خصوصیات جدید به‌دست آید. حتی می‌توانند موادی تولید کنند که **مواد هوشمند** نامیده می‌شوند و نسبت به محیط خود واکنش نشان می‌دهند.



آنوروزل مانع از سوختن دست توسط شعله می‌شود

آنوروزل آنقدر سبک است که روی شعله شناور می‌ماند

شعله باید حرارتی بیش از ۱۲۰۰ درجه داشته باشد تا آنوروزل را ذوب کند

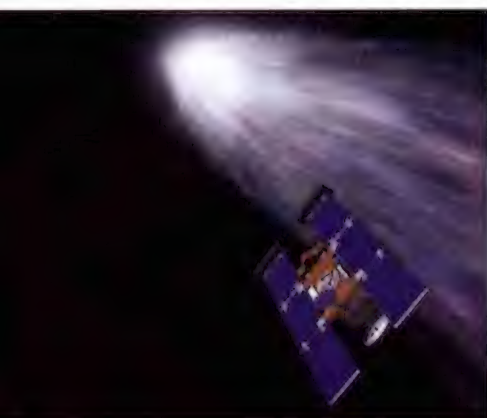
▲ آنوروزل

آنوروزل یکی از سبک‌ترین مواد بر روی زمین است که به شکل خالص می‌تواند حتی در هوا شناور بماند. از دیگر خصوصیات بارز آن خاصیت عایق‌سازی آن است که پوست دست را از حرارت شعله‌ی یک شمع نیز محافظت می‌کند. آنوروزل از مخلوط کردن یک ترکیب سیلیکانی با دیگر مواد شیمیایی برای به‌دست آوردن یک ژل مرطوب ساخته می‌شود. این ژل سپس در دما و فشار بسیار بالا خشک می‌شود.



▲ پارچه‌ی ضدحرارت

کوهنوردان در هوای بسیار سرد کوهستان به لباس‌هایی احتیاج دارند که هم گرم و هم سبک باشد تا جلوی تحرک آن‌ها گرفته نشود. آنوروزل پارچه‌ای بسیار سبک و عایق است که به‌صورت آستر در لباس‌های کوهنوردی به‌کار می‌رود. این ماده از دی اکسید سیلیکان - همان ماده‌ای که شیشه از آن ساخته می‌شود - ساخته شده است. اما آنوروزل از ۹۰ درصد هوا تشکیل شده و در نتیجه، هزار بار سبک‌تر از شیشه است.



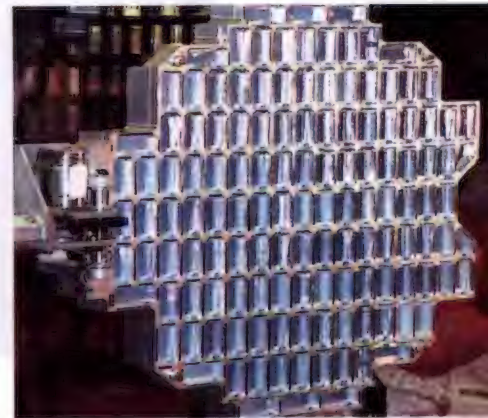
دنباله‌دار وایلد ۲

استارداست در ژانویه‌ی ۲۰۰۴ به این دنباله‌دار رسید. جمع‌آوری کننده‌ی غبار، دانه‌های غبار دنباله‌دار به اندازه‌ی دانه‌های ماسه را جمع‌آوری می‌کند. دانشمندان امیدوارند با مطالعه‌ی این ذرات بتوانند آگاهی بیشتری نسبت به دنباله‌دارها و منظومه‌ی شمسی به‌دست آورند.



استارداست (غبار ستاره‌ای)

یافت اسفنجی صفحات به‌کار رفته در سلول‌های آنوروزلی استارداست باعث می‌شود که ذرات غبار دنباله‌دار که با سرعت‌هایی شش برابر سریع‌تر از گلوله حرکت می‌کنند از سرعتشان کاسته شود و بدون خرد شدن جمع‌آوری شوند.



جمع‌آوری غبار دنباله‌دار

اساساً سلول‌هایی از جنس آنوروزل را در سفینه‌ای به‌نام استارداست برای جمع‌آوری غبارهای دنباله‌دار به‌نام وایلد ۲ به‌کار برد. این جمع‌آوری کننده‌ی غبار دنباله‌دار سلول‌هایی مستطیل شکل دارد که توسط لایه‌ای از آنوروزل پوشانده شده‌اند.



تلفن همراه می تواند جمع شود و یا به هر صورتی درآید



پارچه های رسانا
این رایانه از پارچه ای رسانای الکتریسته ساخته شده است. این پارچه که الکتکس نامیده می شود حاوی الیافی است که لایه ی نازکی از نقره و مس دارند. ریز تراشه های بافته شده در پارچه پالس های الکتریکی الیاف را به داده های دیجیتال تبدیل می کنند که می توانند بر روی صفحه ی رایانه دیده شوند.

▲ تلفن همراه پارچه ای

این نمونه ی تلفن پارچه ای ساخته شده از الکتکس بسیار سبک و ضد آب است. آن را می توان تا کرد و بدون شکسته شدن در جیب گذاشت. این ویژگی ها باعث شده که آن ها بسیار بادوام تر از تلفن های همراه معمولی باشند.

این رایانه را می توان بدون از دست رفتن ویژگی های رساناهای آن تا و بسته بندی کرد

مواد هوشمند

مواد هوشمند می توانند تغییرات محیطی خود را حس کرده و نسبت به آن ها واکنش نشان دهند. هر نوع ماده ی هوشمند ویژگی متفاوتی دارد - مانند سختی، رنگ، شکل و یا هدایت الکتریسته. به عنوان مثال، یک ماده ی پیزوالکتریک وقتی خم شود جریان الکتریسته ی ضعیفی تولید می شود که از آن در کیسه ی هوای مسافر در اتومبیل ها استفاده می کنند. اگر اتومبیل ناگهان متوقف شود، ماده ی پیزوالکتریک خم می شود و بار الکتریکی جاری موجب باد شدن کیسه ی هوا می شود.

کاتالیزور سیاه به ملکول های

مونومر درون مایع کمک می کند با پیوستن به یکدیگر به صورت پلاستیک درآیند

کپسول های کوچک

حاوی مایع مونومر



▲ پلاستیک خود ترمیم شونده

پلاستیک از هزاران ملکول کوچک به نام مونومر، که در پیوند با یکدیگر پلیمرها را می سازند، تشکیل شده است. یک پلاستیک خود ترمیم شونده ی جدید حاوی کپسول های بسیار ریزی است که با مایع مونومر پر شده اند. در صورت ایجاد شکستگی در پلاستیک، کپسول ها می شکافند و مایع به درون شکاف جاری می شود. کاتالیزور سیاه موجود در پلاستیک ملکول های مونومر مایع را به یکدیگر پیوند می دهند تا پلیمری به وجود آید و پلاستیک جدیدی ساخته می شود که شکاف را ترمیم می کند.

مفصل پلاستیکی ممکن است

در اثر استفاده ی مدام ترک های ریز بر دارد



▲ مفصل لگن پلاستیکی

پلاستیک های خود ترمیم شونده می توانند پیشرفت چشمگیری در جراحی به وجود آورند. اگر یک مفصل مصنوعی استخوان - مثلاً یک مفصل فلیزی - فرسوده شود، جایگزین کردن آن بسیار دشوار است، اما مفصلی ساخته شده از پلاستیک خود ترمیم شونده می تواند مثل استخوان طبیعی خود را ترمیم کند. در صورت ترک برداشتن، مفصل مصنوعی ظرف چند روز دوباره به شکل اصلی و سالم برمی گردد.

بازیافت

بسیاری از چیزهایی را که معمولاً دور می‌اندازیم، از جمله کاغذ، شیشه، فلزات، لاستیک‌ها و مانند پوست میوه‌ها و سبزیجات و چمن و تجزیه‌شدنی زیستی را می‌توانیم بازیافت و دوباره استفاده کنیم. بازیافت موجب حفظ منابع طبیعی مانند درختان و نفت خام می‌شود. همچنین در مصرف انرژی صرفه‌جویی می‌شود، چون ساخت مواد جدید از مواد بازیافتی انرژی کمتری از ساخت کالا از مواد جدید مصرف می‌کند. مثلاً برای استخراج آلومینیوم از سنگ معدن به ۹۳ درصد انرژی بیشتر نسبت به بازیافت آن نیاز است.



فقط فلزات مغناطیسی توسط آهن ربا جذب می‌شوند



▲ ورق فولاد

ورق‌های فولاد را برای ساخت کالاهای متعدد از قبیل قوطی‌های مواد خوراکی و قطعات اتومبیل به کار می‌برند. فولاد از جمله فلزاتی است که صد درصد قابل بازیافت است؛ یعنی فولاد بازیافتی دقیقاً همان خصوصیات فولاد اولیه را دارد.



▲ نورد فولاد

قطعات فولاد را رشته رشته کرده و یا می‌کوبند و سپس در کوره ذوب می‌کنند. فولاد ذوب شده را در قالب می‌ریزند و شمش فولاد می‌سازند. شمش‌های فولاد پس از سرد و جامد شدن دوباره حرارت داده شده و به ورقه‌های نازک تبدیل می‌شوند.

▲ آهن ربای الکتریکی

آهن و فولاد فلزاتی مغناطیسی هستند که توسط یک آهن ربای مغناطیسی از دیگر فلزات برای بازیافت جدا می‌شوند. این آهن ربای بزرگ الکتریکی که با سه زنجیر قوی به یک جرثقیل وصل است، فلزات مغناطیسی را جذب می‌کند و فلزات غیر مغناطیسی روی زمین باقی می‌ماند. اتومبیل‌ها مقادیر زیادی فولاد و آهن دارند؛ لذا لاشه‌های اتومبیل یکی از منابع اصلی فلزات بازیافتی است.

◀ قبرستان ضایعات

بیشتر زباله‌ها را در چاله‌های بزرگی به نام قبرستان ضایعات می‌ریزند و سپس با یک لایه خاک روی آن را می‌پوشانند تا مواد سمی به خاک اطراف نشت نکنند و موجب آلودگی منابع آب نشود. در این چاله‌ها لوله‌هایی تعبیه شده است که گاز متان سمی را جمع‌آوری و استخراج می‌کند. اگر بیش از این به بازیافت اهمیت ندهیم به‌زودی جا برای دفن فضولات کم می‌آوریم.



بولدوزرها فلزات را می‌کوبند تا فضای کمتری اشغال کنند

► هواپیماهای اسقاطی

این قبرستان هواپیماها در صحرای آریزونا، ایالات متحده، هزاران هواپیما دارد که دیگر قابل استفاده نیستند. در این جا همچنین انبار بسیار بزرگی از قطعات یدکی وجود دارد که می‌توانند در هواپیماهای دیگر استفاده شوند. بعضی از قسمت‌های هواپیماها را می‌توان بازیافت و به کالاهای آلومینیومی جدیدی، مثل قوطی‌های نوشابه، تبدیل کرد.



این کتابخانه از پلاستیک PET بازیافتی ساخته شده است



◀ پلاستیک بازیافتی

پلاستیک‌هایی چون پلی اتیلن ترفتالات (PET) مورد استفاده در بطری‌های نوشابه، می‌توانند بازیافت شوند چون جنس پلاستیک آن‌ها از نوع ترموپلاستیک است. پلاستیک‌ها پس از ذوب شدن می‌توانند دوباره در قالب‌هایی با شکل‌های جدید ریخته شوند. فقط می‌توان ترموپلاستیک‌ها را بازیافت کرد. پلاستیک‌های ترموست در برابر حرارت به جای ذوب شدن می‌سوزند.



بطری نوشابه از جنس پلاستیک PET

بمب افکن‌های ب ۵۲ در ردیف‌های منظم منتظر بازیافت شدن هستند

کاغذ روزنامه بازیافتی به دلیل وجود جوهر بر روی کاغذ قبلی کمی خاکستری رنگ است



ایستگاه جداسازی در یک کارخانه بازیافت کاغذ

بازیافت کاغذ

کاغذها را قبل از بازیافت به درجات مختلف تقسیم و از هم جدا می‌کنند سپس آن را با آب و مواد شیمیایی خمیر می‌کنند تا خمیر کاغذ به دست آید. پس از پاک‌سازی خمیر کاغذ و بیرون آوردن چیزهایی مثل منگنه، چسب و یا جوهر، خمیر کاغذ را روی صفحه‌های تخت پخش کرده و پس از خشک شدن، به عنوان کاغذ روزنامه مورد استفاده قرار می‌دهند.



تجزیه شدنی زیستی

بقایای موجودات زنده معمولاً تجزیه شدنی زیستی نامیده می‌شوند. آنها با کمک بعضی میکروارگانیسم‌ها به موادی ساده‌تر تبدیل می‌شوند. برگ درختان پس از پوسیدن به خاک برگ یا کود باغچه و دی اکسیدکربن تبدیل می‌شود که هر دو در طبیعت بازیافت می‌شوند. بیشتر پلاستیک‌ها از نظر زیستی پوسیدنی نیستند. آن‌ها با مواد طبیعی که میکروارگانیسم‌ها می‌توانند هضم کنند تفاوت دارند.

خاک برگ یا کود باغچه

ساخت خاک برگ راه خوبی برای بازیافت مواد گیاهی است که معمولاً دور می‌ریزیم. پوست میوه‌ها و بقایای سبزیجات، خاک اره و چمن را می‌توان در یک محفظه‌ی بزرگ ریخت تا پس از چند ماه، میکروارگانیسم‌ها آن را به خاک برگ یا کود گلدانی تبدیل کنند. این ماده‌ی تیره رنگ و غنی را می‌توان برای تغذیه‌ی گیاهان در باغچه مورد استفاده قرار داد.



قارچ‌ها در حال تجزیه‌ی توده‌ی مواد گیاهی





نیرو و انرژی

۹۵	قایق	۶۴	نیرو
۹۶	پرواز	۶۶	دینامیک
۹۷	هواپیماها	۶۸	اصطکاک
۹۸	امواج انرژی	۶۹	کشسانی
۱۰۰	صوت	۷۰	حرکت
۱۰۲	بلندی صدا	۷۲	گرانش
۱۰۳	تن صدا	۷۳	نسبیت
۱۰۴	اصوات موسیقایی	۷۴	فشار
۱۰۶	آکوستیک	۷۶	انرژی
۱۰۸	ضبط و بازسازی صدا	۷۸	کار
۱۱۰	نور	۸۰	گرما
۱۱۲	لیزر	۸۲	انتقال گرما
۱۱۳	بازتاب	۸۴	رادیواکتیویته
۱۱۴	شکست	۸۵	انرژی هسته‌ای
۱۱۵	عدسی‌ها	۸۶	منابع انرژی
۱۱۶	میکروسکوپ	۸۸	ماشین‌ها
۱۱۷	تلسکوپ	۹۲	موتور
۱۱۸	دوربین	۹۳	وسایل نقلیه‌ی جاده‌ای
۱۲۰	سینما	۹۴	شناوری
۱۲۲	رنگ		



نیرو

از حرکات سیاره‌ها تا انرژی تولید شده در داخل اتم‌ها و هر چیزی که در جهان اتفاق می‌افتد به‌وسیله‌ی نیرو انجام می‌شود. نیرو عبارت است از فشاری که می‌تواند یک شیء را حرکت دهد یا نیروهای دورانی. هر چه مقدار نیرو بزرگ‌تر باشد حرکتی که ایجاد می‌کند بیش‌تر است، وقتی دو یا چند نیرو بر یک جسم اثر کنند، اثر آن‌ها یک **نیروی مرکب** یا **برهم** است. گاهی نیروها با هم جمع می‌شوند تا نیروی بزرگ‌تری بر جسم عمل کند و گاه نیروها یکدیگر را خنثی می‌کنند.

▲ طناب کشی

در این ورزش دو گروه از دو طرف طنابی را می‌کشند. گروهی که مجموع نیروهایشان بیش‌تر باشد گروه دیگر را به‌طرف خود می‌کشد و بازی با عبور یک گروه از خط میانه پایان می‌یابد.

نیوتون



نیرو را با واحدی به نام نیوتون اندازه می‌گیرند که به افتخار ایزاک نیوتون دانشمند انگلیسی نام‌گذاری شده است. اندازه‌ی نیرو را با دستگاهی به نام نیوتون متر یا نیومتر اندازه‌گیری می‌کنند. کشش بار فنر را کش می‌آورد و میزان کشش روی یک مقیاس نشان داده می‌شود. نیروی جاذبه (ثقل) در سطح زمین برابر با یک کیلوگرم (۹/۸ نیوتون) است.

نیروهای دورانی

اگر جسمی از یک نقطه ثابت باشد و بتواند به دور آن نقطه چرخش کند، آن نقطه را مرکز دوران می‌گویند. نیروی دورانی را گشتاور و اثری را که ایجاد می‌کند ممان یا لنگر می‌گویند. هر چه نیرو بزرگ‌تر باشد ممان بیش‌تر است. همچنین با افزایش فاصله‌ی نقطه‌ی اثر نیرو با مرکز دوران، ممان افزایش می‌یابد.

► فرغون

فرغون می‌تواند حول یک چرخ بزرگ در جلو دوران کند. وقتی کارگر دسته را بالا می‌آورد بار در کفهی فرغون حول محور چرخ می‌چرخد. طول کفه و دسته موجب افزایش گشتاور می‌شود و تخلیه یا حمل بار سنگین را آسان‌تر می‌کند.



آچار گشتاور بزرگی بر مهره وارد می‌کند

مهره مرکز دوران است

هرچه دسته‌ی آچار بلندتر باشد ممان بیش‌تری تولید می‌شود

e
نیرو
forces

► افزایش ممان

باز کردن یک مهره به‌وسیله‌ی آچار بسیار آسان‌تر از باز کردن آن با انگشتان است؛ زیرا دسته‌ی بلند آچار ممان نیرو را افزایش می‌دهد. اندازه‌ی یک ممان برابر است با نیروی استفاده شده ضرب در فاصله‌ی ورود نیرو تا نقطه‌ی دوران. اگر طول دسته‌ی آچار دو برابر شود، مقدار ممان دو برابر و باز کردن مهره آسان‌تر می‌شود.





▲ نیروهای متعادل

نیرو می‌تواند موجب تغییر شکل جسم شود. توپ فوتبالی که از بالا توسط پای بازیکن تحت فشار قرار می‌گیرد با نیروی متعادل کننده‌ی سطح زمین رو به‌رو می‌شود و تحت فشار، شکل آن تغییر می‌کند (فشرده‌تر می‌شود). توپ از ماده‌ای کش‌سان ساخته شده و بنابراین وقتی نیروی وارد بر آن برداشته شود، به حالت اولیه‌ی خود برمی‌گردد.



▲ استفاده از نیرو برای تغییر جهت

وقتی توپ به سمت دروازه شلیک می‌شود، دست دروازه‌بان از زیر بر توپ فشار وارد می‌کند و نیروی دست او جهت حرکت توپ را منحرف می‌کند. هر چه سرعت توپ به سمت دروازه بیش‌تر باشد، دروازه‌بان باید تلاش بیش‌تری برای جلوگیری از گل خوردن انجام دهد.



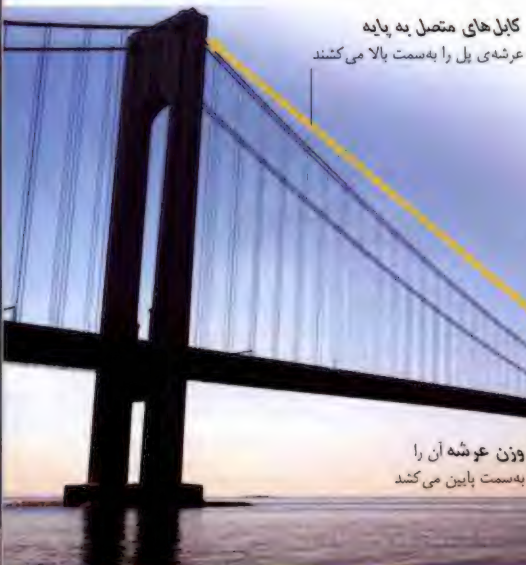
▲ استفاده از نیرو برای جابه‌جایی یک جسم

وقتی نیرویی بر یک جسم وارد می‌شود جابه‌جایی ایجاد می‌کند. توپ فوتبال تا زمانی که بازیکن به آن لگد نزده است روی زمین باقی می‌ماند. سپس توپ در جهتی که به آن لگد زده شده به حرکت درمی‌آید. هر چه ضربه شدیدتر باشد، نیروی بیش‌تری وارد می‌شود و توپ را با سرعت بیش‌تری در هوا به حرکت درمی‌آورد.



نیروی برهم

وقتی نیروها در یک جهت وارد شوند با یکدیگر جمع شده و نیروی بزرگ‌تری به وجود می‌آید. وقتی در جهت‌های مخالف وارد شوند یکدیگر را خنثی می‌کنند. اگر نیروهای وارد شده بر یک جسم به تعادل برسند، شیء حرکت نمی‌کند ولی ممکن است تغییر شکل دهد. اگر نیروهای برهم یا مرکب تشکیل نیرویی در یک جهت بدهند، شیء در آن جهت به حرکت درمی‌آید.



◀ نگهداری یک پل

پل معلق باید وزن خود و وزن وسایل نقلیه‌ای را که از آن عبور می‌کنند تحمل کند. سطح پل با کابل‌های ضخیم فولادی از پایه‌های بزرگ پل آویزان است. کابل‌ها و پایه‌ها طوری طراحی شده‌اند که هیچ نیرویی در هیچ جهت به وجود نیاید. پل سرپا می‌ماند چون نیروهای وارد شده بر سطح آن متعادل هستند و همدیگر را خنثی می‌کنند.

دینامیک

دینامیک علم مطالعه‌ی چگونگی حرکت اجسام در زمانی که نیرویی بر آن‌ها وارد می‌شود، می‌باشد. در حالت عادی، اجسام یا ساکن می‌مانند یا با سرعت ثابت به حرکت ادامه می‌دهند.

آن‌ها در حرکت خود به دلیل **اینرسی** با نیروهای بازدارنده مقابله می‌کنند.

وقتی جسمی شروع به حرکت می‌کند، به دلیل **تکانه‌ی** (اندازه‌ی حرکت) خود

تمایل به ادامه‌ی حرکت دارد. بیش‌تر حرکات دور و بر را می‌توان با

قوانین حرکت توضیح داد. این سه قانون توسط ایزاک نیوتون،

فیزیکدان انگلیسی تدوین شدند.

گوی‌های بلیارد در شروع بازی

وقتی گوی سفید با سرعت بالا به مجموع گوی‌ها برخورد می‌کند، تکانه (نیروی ناشی از وزن و سرعت) بالایی دارد. این گوی با گوی‌های دیگر به شدت برخورد می‌کند و مقداری از تکانه‌ی خود را از دست می‌دهد. گوی‌های کنار هم چیده شده مقداری از تکانه‌های گوی سفید را به دست می‌آورند و در جهات مختلف به حرکت درمی‌آیند.

مجموعه‌ی توپ‌های

کنار هم چیده شده دارای

اینرسی (لختی) هستند که

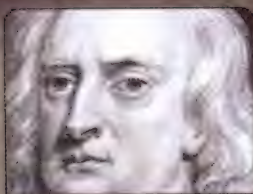
توسط نیروی گوی سفید

مفلوب می‌شود



قوانین حرکت

سه قانون حرکت نیوتون (که اغلب قوانین نیوتون نامیده می‌شوند) چگونگی حرکت اجسام به واسطه‌ی نیرو را توضیح می‌دهند. زمانی که نیروهای وارد بر یک جسم در حالت تعادل باشند تغییری در حرکت جسم ایجاد نمی‌شود. وقتی نیروها یکدیگر را خنثی نکنند، برآیند آن‌ها نیرویی اعمال شونده در یک راستا را تشکیل می‌دهد و موجب تغییر سرعت یا جهت حرکت جسم می‌شود. تغییر در سرعت یا جهت حرکت را شتاب می‌گویند.



ایزاک نیوتون

انگلیسی، ۱۶۴۳-۱۷۲۷

سه قانون حرکت که توسط نیوتون

تدوین شد به او کمک کرد تا

نظریه‌ی کامل جاذبه (نیروی که

بر کیهان حاکم است) را تدوین

کرده و توضیح دهد که چرا

ماه به دور زمین می‌چرخد.

نیوتون همچنین کشفیات بزرگی

در مورد نور داشت و توضیح داد که

چگونه نور سفید از رنگ‌های متعدد

تشکیل شده است.



▲ قانون سوم نیوتون

وقتی یک نیرو بر جسمی وارد می‌شود

جسم به عقب یا جلو رانده می‌شود.

این واکنش برابر است با نیروی اولیه،

ولی در جهت مخالف. خروج گازهای داغ از

موتورهای موشک نیرویی مساوی با نیروی

بالا برنده‌ی موشک - اما در جهت رو

به پایین - ایجاد می‌کند.



▲ قانون دوم نیوتون

وقتی نیرویی بر جسم وارد شود تغییری

در سرعت حرکت یا جهت آن به وجود

می‌آورد. وقتی موتورهای موشک روشن

می‌شوند، نیرویی که به وجود می‌آید

موشک را از سکوی پرتاب بلند کرده

و به هوا می‌فرستد.



▲ قانون اول نیوتون

هر چیزی ساکن می‌ماند یا به حرکت ثابت

خود در یک راستا ادامه می‌دهد مگر آن که

نیرویی بر آن وارد شود. مثلاً موشک بر روی

سکوی پرتاب ساکن می‌ماند چون هیچ

نیرویی بر آن عمل نمی‌کند تا آن را

به حرکت وا دارد.

اینرسی

قانون اول نیوتون توضیح می‌دهد که اجسام در جایی که هستند ثابت می‌مانند و یا در مسیری که حرکت می‌کنند با سرعت ثابت به حرکت ادامه می‌دهند مگر این که نیرویی بر آن‌ها وارد شود. هر چه وزن (یا جرم) یک جسم بیش‌تر باشد اینرسی آن بیش‌تر است. اجسام سنگین سخت‌تر از اجسام سبک به حرکت در می‌آیند چون اینرسی (لختی) بالاتری دارند. اینرسی همچنین توقف اجسام سنگین‌تر را پس از شروع حرکت آن‌ها مشکل‌تر می‌کند.



مجموعه‌های آزمون تصادف

با شتاب گرفتن اتومبیل مسافران به عقب پرتاب می‌شوند و وقتی اتومبیل ترمز یا تصادف می‌کند آن‌ها به جلو پرت می‌شوند. در هر دو مورد اینرسی باعث این عمل است که در نتیجه مقاومت جرم آن‌ها در مقابل تغییر جهت حرکت به وجود می‌آید. در آزمون تصادف مجسمه‌هایی که هم وزن یک انسان هستند مورد استفاده قرار می‌گیرند تا ایمی کمر بندها و کبسه‌های هوا آزمایش شود.

بازگشت گوی سفید

جهت حرکت گوی سفید

اولین گویی که گوی سفید با آن برخورد کند تکانه‌ای دریافت می‌کند

مجموع تکانه‌ی مجموعه‌ی

گوی‌ها و گوی سفید برابر است با تکانه‌ی گوی سفید قبل از برخورد

تکانه

اجسام متحرک به حرکت ادامه می‌دهند چون دارای تکانه هستند. تکانه‌ی یک جسم متحرک متناسب با جرم و سرعت آن تغییر می‌کند. هر چه جسم سنگین‌تر و سرعت آن بیش‌تر باشد تکانه‌ی آن بیش‌تر و متوقف کردن آن سخت‌تر است. اگر یک کامیون و یک اتومبیل با سرعت یکسان در حرکت باشند، برای متوقف کردن کامیون نیروی بیش‌تری نیاز است چون جرم بالاتر آن تکانه‌ی بیش‌تری به آن می‌دهد.



مقایسه‌ی تکانه

گره اسب جغی کوچک‌تر و جرم کم‌تری نسبت به اسب دارد. وقتی یک گره اسب و یک اسب در کنار یکدیگر با سرعت یکسان می‌دوند، اسب تکانه‌ی بیش‌تری دارد چون جرم آن بیش‌تر است. در نتیجه، شروع حرکت، توقف حرکت و تغییر جهت برای گره اسب آسان‌تر از اسب است. تکانه‌ی یک جسم متحرک برابر است با جرم ضرب در سرعت آن.

هر یک از گوی‌های

رنگی متناسب با نیروهای

که بر آن وارد شده است

در جهت مختلف، به حرکت

در می‌آیند

اصطکاک

تیم سوپر تبه سواری سرهایشان را پایین می‌آورند تا مقاومت هوا کاهش یابد

اگر به تویی ضربه بزنید روی سطح ناصاف زمین فوتبال می‌غلطد و یا بالا و پایین می‌پرد ولی بالاخره متوقف می‌شود. آنچه که حرکت توپ را کند می‌کند اصطکاک نام دارد، که نیرویی است بین یک جسم متحرک و هر چه که آن را لمس می‌کند. اتومبیل‌ها اگر باریکی بیشتری داشته باشند تا اصطکاک موسوم به مقاومت هوا را کاهش دهند سریع‌تر حرکت می‌کنند. اصطکاک گاه می‌تواند مفید باشد. اگر بین چرخ‌ها و جاده اصطکاکی وجود نداشت، اتومبیل در پیچ‌ها از جاده به بیرون سر می‌خورد.

سورتمه‌ی روی یخ

شروع حرکت این سورتمه آسان است چون بین سطح صاف تیغه‌های آن و یخ اصطکاک اندکی وجود دارد. وقتی سورتمه به حرکت درمی‌آید، فشار سطح آن یخ را کمی ذوب می‌کند، مقداری از یخ به آب تبدیل می‌شود که اصطکاک را کاهش می‌دهد و به سورتمه کمک می‌کند تا سریع‌تر حرکت کند.



▲ روان‌کاری ماشین‌الات

اجسام لیژ، مثل روغن، اصطکاک بین دو سطح را کاهش می‌دهند. برای این که اجزای متحرک ماشین‌الات در اثر اصطکاک فرسوده نشوند، ماشین‌الات را روغن‌کاری می‌کنند. بیش‌تر ماشین‌الات هنگام ساخته شدن روغن‌کاری یا گریس‌کاری می‌شوند و در هنگام استفاده نیز گاه به گاه باید آن‌ها را روغن‌کاری کرد.

شکل عددی دماغه‌ی سورتمه مقاومت هوا را به حداقل می‌رساند



تیغه‌های زیگو سوپر تبه از فلزی نازک ساخته می‌شوند تا با کم‌ترین اصطکاک روی یخ حرکت کنند

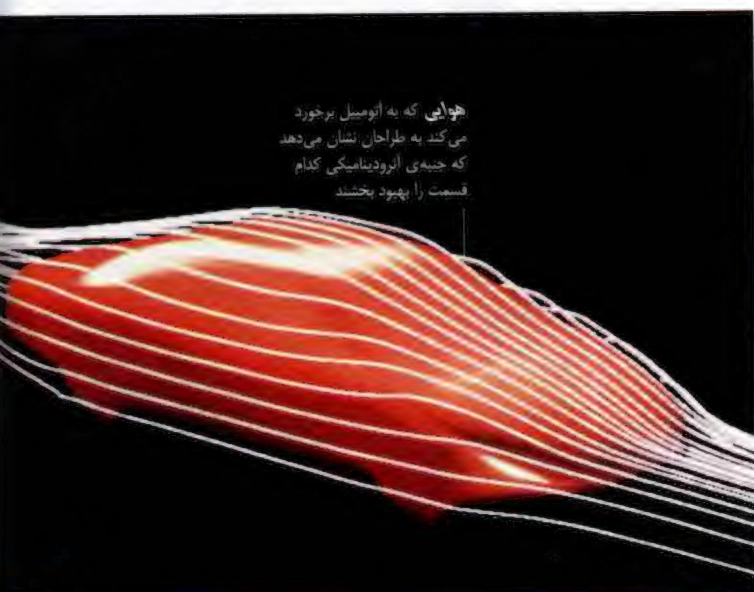
باریکی

وقتی جسمی حرکت می‌کند هوای اطرافش اصطکاکی را به وجود می‌آورد که به آن مقاومت هوا یا پسا می‌گوییم که موجب کاهش سرعت جسم می‌شود. اجسامی که حرکت سریع دارند، مثل اتومبیل، قطار و هواپیما، سعی می‌شود هر چه باریک‌تر ساخته شوند؛ یعنی سطوحی که رو به جلو حرکت می‌کنند باریک و دارای انحنا می‌رو به عقب ساخته می‌شوند تا پسا کاهش یابد. به این وسیله آن‌ها با استفاده از سوخت کم‌تر سرعت بیش‌تری پیدا می‌کنند. قایق‌ها را نیز می‌توان آئرو دینامیک کرد تا مقاومت آب کاهش یابد.

اتومبیل در تونل باد

هنگام طراحی یک اتومبیل جدید، مهندسين مدلی از پته‌ی آن را می‌سازند و در یک محفظه‌ی آزمون پهنام تونل باد قرار می‌دهند که هوا به سرعت بر اتومبیل دمیده می‌شود. سپس دود سفید رنگی را به داخل تونل روانه می‌کنند تا ببینند هوا چگونه در اطراف بدنه‌ی اتومبیل جریان می‌یابد. به این وسیله آن‌ها می‌توانند ببینند که در کدام قسمت‌ها اصطکاک بیش‌تر است و با تغییر شکل آن حالت آئرو دینامیکی اتومبیل را بهبود بخشند.

اصطکاک
friction



هوایی که به اتومبیل برخورد می‌کند به طراحی نشان می‌دهد که جبهه‌ی آئرو دینامیکی کدام قسمت را بهبود بخشند

کشسانی

نیرو باعث حرکت اجسام می شود اما نیرو همچنین می تواند موجب شود که اجسام کش بیابند یا در هم فشرده شوند و تغییر شکل دهند. وقتی یک توپ لاستیکی را فشار می دهید، تغییر شکل می دهد؛ ولی وقتی فشار را از آن برمی دارید دوباره به حالت اولیه خود برمی گردد. موادی که این خاصیت را دارند کش سان نامیده می شوند. آن ها از ذراتی به نام ملکول تشکیل شده اند که می توانند از هم دور شوند. مواد دیگر، مثل گل سفالگری، در اثر نیرو به آسانی تغییر شکل می دهند؛ اما وقتی نیرو برداشته شود دوباره به حالت اول بر نمی گردند. این مواد دارای **خاصیت پلاستیکی** هستند.



کشسانی لاستیک		
<p>کش آمدن بیش تر</p> <p>دو کیلوگرم بار، لاستیک را تا طول ۱۹ سانتی متر کش می آورد</p> <p>دو برابر کش آمدن</p> <p>دو برابر کردن جرم بار نیرو را دو برابر می کند واکنش را دو برابر می کند. موادی چون لاستیک محدودیت کشسانی دارند. اگر فراتر از این محدودیت کش بیابند از هم گسسته یا به اصطلاح پاره می شوند.</p>	<p>کش آمده</p> <p>یک کیلوگرم بار، کش را تا طول ۱۷ سانتی متر بلندتر می کند</p> <p>کش آمدن</p> <p>وقتی جرمی از نوار لاستیکی آویزان شود، نیروی گرانش کش را کشیده تر می کند. وقتی کش طولانی تر می شود، ملکول های درون آن از هم دور می شوند ولی پیوندشان از هم گسسته نمی شود.</p>	<p>ملکول های لاستیک</p> <p>نوار لاستیک هنگامی که هیچ نیرویی بر آن اثر نداشته باشد ۱۵ سانتی متر طول دارد</p> <p>کش نیامده</p> <p>جامدات کش سان، مانند این قطعه ی لاستیک، وقتی کشیده شوند بلندتر می شوند و وقتی فشرده شوند کوچک تر می شوند؛ اما وقتی هیچ نیرویی بر آن ها اثر نداشته باشد به اندازه و شکل اولیه خود برمی گردند. در این مواد، ملکول ها با فاصله ی بسیار کم در کنار یکدیگر قرار دارند.</p>

▲ ترامپولین

ترامپولین رویه ای لاستیکی است که با فنرهای فلزی به یک قاب بسته می شود. وقتی شخص روی ترامپولین فرود می آید، لاستیک به پایین کشیده می شود و در برگشت، به حالت فنر بالا می پرد. هم لاستیک و هم فنرها کش سان هستند و وقتی به حالت اولیه برمی گردند فشاری رو به بالا به وجود می آورند که شخص را به هوا می پرانند.

خاصیت پلاستیکی

وقتی یک جسم به آسانی شکل پذیرد ولی پس از رفع نیرو به شکل اولیه برنگردد گفته می شود که دارای خاصیت پلاستیکی است. معمولاً مقصود از پلاستیک مواد رنگارنگ گوناگونی است که از مواد شیمیایی حاصل از نفت خام ساخته می شود. اما در واقع، مقصود از کلمه ی پلاستیک هر ماده ای است که به آسانی شکل پذیر باشد و شکل های مختلف به خود بگیرد. حتی فلزات هم چنانچه حرارت داده شوند می توانند پلاستیک باشند چون نرم و شکل پذیر می شوند.

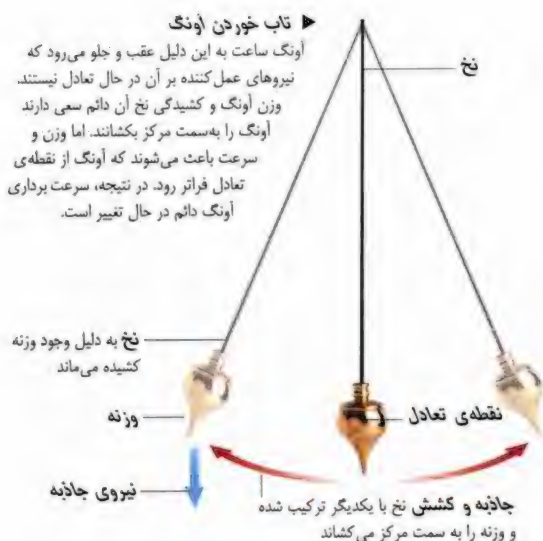
ساخت اشیاء پلاستیکی

این قاشق ها از ماده ای شیمیایی به نام پلیمر ساخته شده اند. زمانی که پلیمر داغ باشد به صورت مایعی است که ملکول هایش به آسانی بر روی یکدیگر می لغزند. به این دلیل آن را پلاستیک می گویم که به آسانی شکل می پذیرد. پلیمر را در قالبی به شکل قاشق می ریزند و وقتی سرد می شود، سخت شده و خود را می گیرد؛ و آنچه باقی می ماند قاشق است.



حرکت

همه‌ی چیزهای جهان در حرکتند. حتی اجسامی هم که ساکن به نظر می‌رسند در حرکتند چون اتم‌های درون آن‌ها در حال ارتعاش می‌باشد. اجسام زمانی از یک نقطه به نقطه‌ی دیگر حرکت می‌کند که نیروهایی بر آن‌ها وارد شود که برآیند آن‌ها صفر نباشد. وقتی نیرویی **سرعت** یا **بُرداری** جسم را در یک جهت تغییر دهد و یا باعث تغییر در شیوه‌ی حرکت آن شود می‌گوییم جسم **شتاب** گرفته است.



گاری‌های سنگین در فرود از شیب سرعت می‌گیرند

► **ترن هوایی شهر بازی**

در ترن هوایی شهر بازی نیروی گرانش گاری‌ها را در یک شیب تند رو به پایین به طرف پایین می‌کشاند و هر لحظه بر سرعت آن‌ها افزوده می‌شود. سرعت و وزن گاری‌ها آن‌ها را در حال حرکت نگه می‌دارد، حتی وقتی که در یک مسیر بدون شیب یا دارای شیب رو به بالا حرکت می‌کنند.

سرعت

وقتی سخن از سرعت به میان می‌آید، اتومبیل، هواپیمای جت و هر چیزی که حرکت سریع دارد به ذهن ما خطور می‌کند. اما مقصود دانشمندان از سرعت هر نوع حرکتی اعم از سریع یا کند است. سرعت برابر است با مسافتی که یک جسم در یک زمان معین می‌پیماید. اتومبیل‌های تندرو سرعت بالاتری از اتومبیل‌های کندرو دارند، بنابراین این می‌توانند در یک زمان معین مسافت بیش‌تری را طی کنند.

► اندازه‌گیری سرعت

سرعت یک دونه را می‌توانید با اندازه‌گیری زمانی که او برای پیمودن یک مسافت خاص صرف می‌کند محاسبه کنید. سرعت او برابر است با مسافتی که طی کرده تقسیم بر زمان طی آن مسافت. اگر واحد مسافت متر و واحد زمان ثانیه باشد، واحد سرعت متر بر ثانیه (mps) است.



ریل پر شیب و پیچ و خم دار شتاب گاری‌ها را حفظ می‌کند

◀ سرعت سنج

این سرعت سنج به راننده نشان می‌دهد که اتومبیلش با چه سرعتی (مایل در ساعت یا کیلومتر در ساعت) حرکت می‌کند. چرخ‌های اتومبیل به دینامی وصل هستند که با چرخش خود برق تولید می‌کند. هرچه چرخ‌ها سریع‌تر بچرخند الکتریسیته‌ی تولید شده بیش‌تر است و عقربه‌ی سرعت سنج جلو‌تر می‌رود.



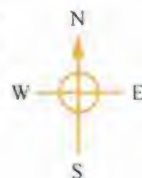
سرعت برداری

سرعت برداری یا سرعت جهت دار سرعت یک جسم در یک جهت خاص است. دو اتومبیل که سرعت یکسان داشته باشند چنانچه یکی به طرف شمال و یکی به طرف جنوب در حرکت باشند، سرعت برداری آن‌ها متفاوت است. سرعت برداری را نیز با مقیاس متر بر ثانیه نشان می‌دهند که مسافت پیموده شده تقسیم بر زمان در یک جهت خاص است.



موتورسیکلت بیج را کامل کرده و اکنون با سرعت ۵ مایل در ثانیه (یا سرعت و سرعت برداری ثابت) به سمت شمال غرب می‌رود

موتورسیکلتی که در حال چرخش است، سرعت ثابت دارد اما همراه با چرخش، سرعت برداری آن در حال تغییر است



تغییر سرعت برداری

وقتی یک جسم متحرک تغییر سرعت می‌دهد کمیت برداری سرعت آن تغییر می‌کند. وقتی یک جسم تغییر مسیر می‌دهد بردار سرعت را هم تغییر می‌دهد حتی اگر سرعت حرکتش یکسان باقی بماند. وقتی موتورسیکلت‌ها سریع‌تر یا کندتر می‌شوند نیرویی که کمیت برداری سرعت آن را تغییر می‌دهد موتور یا ترمزها است. وقتی موتورسیکلت می‌پیچد، نیرو توسط چرخش فرمان اعمال می‌شود.

موتورسیکلتی که با سرعت برداری ۵ مایل در ثانیه به طرف شمال می‌رود سرعت و سرعت برداری ثابت دارد



شتاب

وقتی می‌گوییم جسمی دارای شتاب است، معمولاً مقصودمان این است که سرعتش در حال افزایش است. اما در علوم، شتاب به مفهوم هر نوع تغییر در کمیت برداری سرعت است - چه کندتر شود یا تندتر و یا فقط تغییر جهت دهد. طبق قانون دوم نیوتون، برای ایجاد شتاب همواره به یک نیرو نیاز است. هر چه نیرو بزرگ‌تر باشد، تغییر بردار سرعت نیز سریع‌تر است.

شروع مسابقه‌ی دو

مدتی طول می‌کشد تا دوندۀ به حداکثر سرعت خود برسد. در شروع مسابقه، دوندۀ کندتر می‌دود. به تدریج سرعت او افزایش می‌یابد تا به حداکثر سرعت می‌رسد. در این حالت، با وجودی که دوندۀ در یک خط مستقیم حرکت می‌کند، اما سرعت و سرعت برداری آن دائم در حال افزایش است. می‌گوییم او در حال شتاب گرفتن است.

نیروی رو به مرکز توپ را در یک دایره به دور مرکز تکه می‌دارد

در صورتی که نیرو برداشته شود توپ در همان جهت به حرکت ادامه می‌دهد

حرکت دایره‌ای

حرکت دورانی جسمی که در یک دایره حرکت می‌کند، مثل این توپ که در انتهای یک نخ حول مرکز می‌چرخد، دائم در حال تغییر جهت است. بردار سرعت به‌طور پیوسته در تغییر است، هر چند سرعت حرکت توپ ثابت باشد. برای ایجاد چنین شتابی به نیرو نیاز است. وقتی یک جسم در یک دایره حرکت می‌کند نیرویی که به‌طور پیوسته آن را به سمت مرکز می‌کشاند و مانع از پرواز آن در یک خط مستقیم می‌شود نیروی رو به مرکز گفته می‌شود.

نخ تحت کشش، توپ را به سمت مرکز می‌کشاند

چرخ فلک افقی (فانفار)

تاب‌هایی که به دور یک چرخ فلک بسته می‌شوند، در یک دایره می‌چرخند. کسی که سوار آن می‌شود سرعت ثابتی دارد اما برای حفظ او در یک مسیر دایره‌ای به دور مرکز به نیرو نیاز است. این نیرو را کشش طناب‌هایی که افراد را به مرکز وصل می‌کنند تأمین می‌کند. هر چه سرعت چرخش بیش‌تر باشد کشش طناب‌ها بیش‌تر است.



گرانش

گرانش یا جاذبه نیرویی است که موجب سقوط اجسام بر روی زمین می‌شود و سیاره‌ها را در مدارهایشان به دور خورشید نگه می‌دارد. نیروی جاذبه بین اجسام کیهانی در فاصله‌های بسیار زیاد عمل می‌کند و آن‌ها را متصل به هم نگه می‌دارد. نیروی گرانش بین اجسام متناسب با **جرم** آن‌ها تغییر می‌کند. همچنین هر چه دو جسم به یکدیگر نزدیک‌تر باشند جاذبه‌ی آن‌ها نسبت به یکدیگر بیش‌تر است. گرانش بین اجسام روی زمین معمولاً ناچیزتر از آن است که مشهود باشد.



مركز ثقل

اجسام روی زمین نقطه‌ای، اغلب نزدیک به مرکز خود، دارند که مرکز ثقل یا مرکز گرانش آن‌ها نامیده می‌شوند. هرچه این نقطه به سطح زمین نزدیک‌تر باشد جسم با ثبات‌تر است. اتومبیل‌ها را طوری طراحی می‌کنند که سنگینی آن‌ها به زمین نزدیک‌تر و در نتیجه، مرکز ثقلشان پایین‌تر باشد. به همین دلیل است که اتومبیل‌ها می‌توانند در پیچ‌ها با سرعت بالا بپیچند و واژگون نشوند.

گرانش صفر

این فضاوردان برای شرایط بی‌جاذبگی (شرایطی که در فضا یا آن رو به رو هستند) تعلیم می‌بینند. هواپیمای مخصوص آن‌ها مسافت زیادی از زمین بالا می‌رود و سپس با سرعت به پایین شیرجه می‌رود. همراه با شیرجه‌ی هواپیمای، اجسام به بالا پرتاب می‌شوند و به نظر می‌رسد که جاذبه از بین رفته است. این حالت را گرانش صفر می‌گویند. در این حالت فضاوردان بی‌وزن شده و در هوا شناور می‌مانند.



جرم

جرم یک جسم میزان ماده‌ای است که آن جسم دارا می‌باشد. هر چه جرم یک جسم بیش‌تر باشد ماده‌ی بیش‌تری را دارا بوده و اجسام دیگر را بیش‌تر به طرف خود جذب می‌کند. جرم یک جسم تغییر نمی‌کند مگر این که مقدار ماده‌ی درون آن به دلیلی تغییر کرده باشد. جرم را با کیلوگرم اندازه‌گیری می‌کنند.



جرم و وزن

نیروی وزن این فضاورد تأثیر گرانشی است که بر جرم او اثر می‌گذارد. جرم ماه تقریباً یک ششم جرم زمین و نیروی گرانش آن نیز یک ششم زمین است. جرم فضاورد در کره‌ی ماه مساوی با جرم او در کره‌ی زمین است اما وزن او یک ششم وزنش در زمین خواهد بود.

em

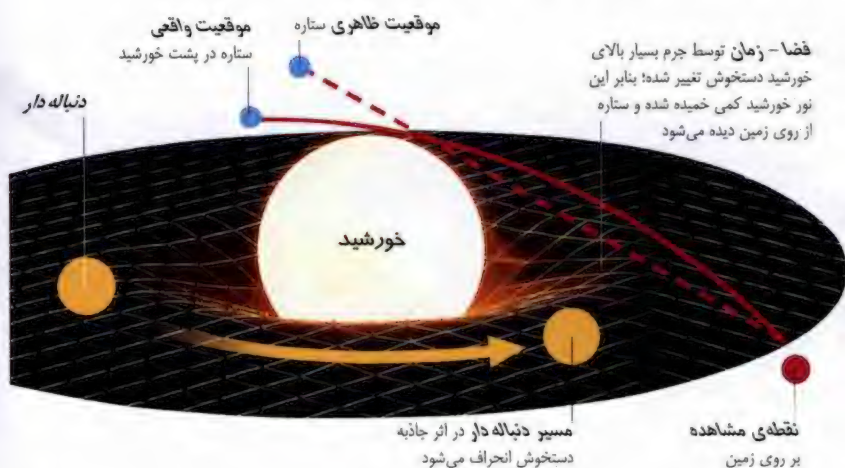
گرانش
gravity



نیروی سقوط

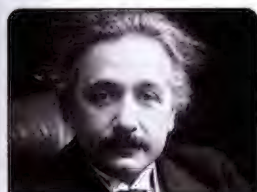
کدام سریع‌تر سقوط می‌کنند: گوی یا پر؟ در جو زمین، گوی ابتدا به زمین می‌رسد زیرا مقاومت هوا موجب کاهش سرعت پر می‌شود. اما در خلأ که هوا وجود ندارد، فشار هوا ناپدید می‌شود و هر دو جسم با سرعت ثابت به طرف پایین کشیده می‌شوند و نیروی وارد بر آن‌ها دقیقاً یکسان است.

اینشتین دریافت که سرعت نور همواره ثابت است. سپس او محاسبه کرد که اگر جسمی با سرعتی نزدیک به سرعت نور حرکت کند رفتاراش تغییر خواهد کرد: طول آن کوتاه‌تر، جرم آن بیش‌تر و زمان برای آن آهسته‌تر می‌شود. همچنین وی محاسبه کرد که جرم فضا را تغییر می‌دهد. بنابر این اجسام کوچک در نزدیکی یک جسم بزرگ در خط مستقیم حرکت نمی‌کنند، بلکه در مسیرهای منحرف شده‌ای که جسم بزرگ به وجود می‌آورد حرکت می‌کنند. چند قرن بعد از کشف این که گرانش یک نیرو می‌باشد، نظریه‌ی نسبیت اینشتین دلیل آن را که چرا گرانش به این گونه عمل می‌کند برای ما روشن کرد.



▲ گرانش اینشتین

در فیزیک سنتی، جاذبه نیرویی است که یک جرم را به طرف جرم دیگر می‌کشد. و به همین دلیل است که یک دنیاله‌دار مسیری منحنی را به دور خورشید می‌پیماید. فرضیه‌ی عمومی نسبیت اینشتین تعریف دیگری برای گرانش دارد. جرم‌ها در فضا و زمان تا حدودی همچون گوی‌هایی سنگین که بر روی بستری لاستیکی قرار گرفته باشند عمل می‌کنند. هر چه جرم بزرگ‌تر باشد، اعوجاج بیش‌تر و در نتیجه، نیروی گرانش بیش‌تر است. در سال ۱۹۲۱ که ثابت شد نور یک ستاره توسط اثر خم‌کنندگی جرم خورشید خم شده است نظریه‌ی اینشتین به اثبات رسید.



آلبرت اینشتین
آلمانی، ۱۸۷۹ - ۱۹۵۵
وقتی آلبرت اینشتین از مدرسه اخراج شد هیچ کس فکر نمی‌کرد که روزی او یکی از مشهورترین فیزیکدانان قرن بیستم شود. نظریه‌ی نسبیت او چنان عجیب و دور از ذهن بود که ابتدا هیچ کس نمی‌خواست آن را بآورد. فقط زمانی پذیرفته شد که او جایزه‌ی نوبل فیزیک را در ۱۹۲۱ به خود اختصاص داد.

▲ توضیح نسبیت

وقتی اجسام، مانند این دو موشک، با سرعتی نزدیک به سرعت نور (۳۰۰۰۰۰ کیلومتر در ساعت) حرکت کنند وقایع عجیبی رخ خواهد داد. یک باریکه‌ی نور که بین دو جسم متحرک در حرکت باشد از دید افرادی که در موشک‌ها هستند به صورت خط A دیده می‌شود. اما از دید کسی که روی زمین است این باریکه به صورت خط B دیده می‌شود. سرعت برابر است با مسافت بر روی زمان؛ و از آنجا که سرعت نور ثابت است، مسافتی که طی می‌کند وقتی از زمین دیده شود طولانی‌تر به نظر می‌رسد. تنها توضیح ممکن این است که زمان در کره‌ی زمین سریع‌تر از زمان در موشک‌ها سپری می‌شود.

در پشت صفحه‌ی عادی این ساعت رادیویی قرار دارد که به یک ساعت اتمی مرکزی وصل است

نمایشگر دیجیتال زمان بسیار دقیق را نشان می‌دهد



▲ زمان سنج دقیق

اثر نسبیت فقط وقتی مشهود است که اجسام با سرعت‌های بسیار بالا در حرکت باشند. دانشمندان برای مشاهده‌ی این اثرات نیازمند ساعت‌های دقیقی هستند که با استفاده از اتم، زمان را تعیین می‌کنند. اتم‌های عنصر سسیوم با نرخ دقیق ارتعاش می‌کنند. ساعت‌های اتمی با شمارش این ارتعاشات زمان را می‌سنجند. ساعت‌هایی مانند ساعت بالا با استفاده از یک رادیو به یک ساعت مرکزی اتمی وصل هستند تا وقت دقیق را در اختیار گذارند.

فشار

وقتی چیزی را به طرف خود می کشید یا به دور از خود هل می دهید نیرویی وارد کرده اید که به آن فشار می گوئیم. فشار عبارت است از نیرویی که بر یک سطح وارد می شود و مقدار آن برابر است با نیرو تقسیم بر سطحی که بر آن فشار وارد شده است. ما به دلیل وزن هوایی که بر بدن هایمان فشار می آورد همواره تحت تأثیر فشار هوا قرار داریم. هر چه نیرو بزرگ تر و یا سطح کوچک تر باشد، فشار بیش تر است. هرچه در اقیانوس پایین تر برویم فشار آب بیش تر می شود.



▲ راه رفتن روی آب

بعضی از جانوران و حشرات می توانند بر روی آب راه بروند. این مارمولک یسوس با وجود جثه ی سنگینش در آب فرو نمی رود زیرا پاهای بزرگ و پرده دارش وزن آن را در سطحی وسیع تقسیم می کند و در نتیجه، فشار وزن آن بر روی آب کاهش می یابد و جانور در آب فرو نمی رود. این مارمولک هنگام راه رفتن روی آب از دم بلند و دست هایش برای حفظ تعادل استفاده می کند.

پنجه های بزرگ و پرده دار جانور وزن آن را در سطح وسیعی پخش می کند

▲ پونز (پرچ)

وقتی بر سطح بزرگ پونز نیرویی وارد می شود، این نیرو در انتهای نوک تیز بر سطح بسیار کوچک تری وارد می شود و در نتیجه فشار بزرگ تری ایجاد می شود که پونز را به آسانی در دیوار فرو می برد.

فشار هوا

گازهای اتمسفر زمین از ملکول های ریزی تشکیل شده اند که از همه طرف به بدن ما برخورد می کنند و آن را به داخل فشار می آورند. این نیروی فشاری را فشار هوا می گویند. این نیرو در سطح دریا بالاترین مقدار را دارد چون ملکول های هوا در آنجا بیش از هر جای دیگر است. هر چه از سطح زمین بالاتر برویم، تعداد ملکول های هوا کم تر می شود و در نتیجه، فشار هوا کاهش می یابد. هوا را می توان فشرده کرد؛ که در باد کردن لاستیک وسایل نقلیه و همچنین در ماشین های قدرتی مانند مته های هوای فشرده کاربرد دارد.



▲ فشار هوا در لاستیک

ماشین آلات سنگین ساختمانی به دو دلیل چرخ های بزرگ و پهن دارند. هوای فشرده ی درون لاستیک در جذب دست اندازها کمک می کند تا حرکت ماشین یکنواخت تر از زمانی باشد که چرخ های جامد (شلب) دارد. بزرگی لاستیک ها همچنین کمک می کند به این که وزن سنگین آن در سطح وسیع تری پخش شود تا فشار وارد بر زمین کاهش یابد و از فرو رفتن دستگاه در گل و خاک جلوگیری کند.

▶ خلبان در لباس پرواز فشاردار

در ارتفاعاتی که هواپیماهای جت پرواز می کنند هوای بسیار کمی وجود دارد. در نتیجه خلبان ها لباس ها و کلاه های مخصوص به تن می کنند. کلاه خلبان هوا را با همان فشار سطح زمین به او می رساند تا او بتواند به طور طبیعی تنفس کند. خلبان های جنگنده ها معمولاً لباس هایی می پوشند که بدن آن ها را تحت فشار بیش تری قرار دهد تا خون آن ها بتواند در ارتفاعات بالا در بدنشان به طور طبیعی گردش کند.





نیروی کوچک
بر پیستون اصلی باریک

پیستون فرعی بهین تر فاصله‌ی کمی را طی می‌کند و نیروی بزرگی را وارد می‌نماید



فشار آب

آب تحت فشار رفتاری متفاوت از هوا دارد. آب را نمی‌توان فشرده کرد. به همین دلیل در انتقال نیرو در ماشین آلات به کار می‌رود. برای این کار از سیستمی به نام هیدرولیک استفاده می‌شود. آب همچنین سنگین تر از هوا است و افزایش فشار آب بیش از کاهش فشار هوا بر انسان اثر می‌گذارد. در زیر آب، نفس کشیدن حتی با دستگاه تنفس نیز دشوارتر است. آبی که بالای سر ما قرار دارد از همه طرف بر بدنمان فشار وارد می‌آورد و در نتیجه، ریه‌ها با دشواری بیش‌تری باز می‌شوند تا هوا را به درون بکشند. هر چه پایین‌تر برویم آب بیش‌تری بر روی ما قرار می‌گیرد و فشار وارده بر بدنمان بیش‌تر می‌شود.

▲ هیدرولیک چگونه کار می‌کند؟ برای وارد کردن نیرو از طریق لوله، از فشار مایع استفاده می‌شود. نیروی کوچکی که به پایین فشار می‌آورد، مایع را فشرده نمی‌کند بلکه در مایع حرکت کرده و پیستون دیگری را در مسافتی کوچک به سمت بالا می‌راند. سطح وسیع‌تر این پیستون نیروی وارد شده را افزایش می‌دهد.

► هیدرولیک در عمل

لوله‌های هیدرولیک بازوهای این سکوی هوایی را بالا و پایین می‌برند. مایع هیدرولیک توسط یک موتور به درون بازوها رانده می‌شود که آن‌ها را پر کرده و به بالا می‌راند. نیروی هیدرولیک راهی کار آمد برای انتقال نیرو از موتور به دیگر قسمت‌های ماشین است. از هیدرولیک در ترمز اتومبیل‌ها، جک‌های بالا بر و ماشین آلات کاخاندجات استفاده می‌شود.

بازوی هیدرولیکی که نیروی خود را از فشار مایع هیدرولیک می‌گیرد

لوله‌های هیدرولیک سیال هیدرولیک را به بازو می‌رسانند

◀ لباس غواصی عمق‌های بالا

هر چه در آب پایین‌تر برویم فشار با سرعت بیش‌تری افزایش می‌یابد. غواصان برای این که بتوانند درست نفس بکشند لباس‌های خاصی می‌پوشند. این لباس به غواص کمک می‌کند حتی تا عمق ۳۰۰ متری هم پایین برود. این لباس هوای لازم، مفصل خم شونده و یک بی سیم دارد تا غواص بتواند دست‌ها و پای خود را حرکت داده و با همکارانش در سطح آب صحبت کند.



لباس غواصی دولایه که از آلومینیوم ساخته شده و مجهز به مفصل‌های خم شونده است

تغییر فشار هوا و آب

هر چه بالاتر برویم، فشار هوای بالای سرمان کم‌تر می‌شود. هر چه در دریا پایین‌تر برویم آب بیش‌تری از بالا بر ما فشار می‌آورد.

ارتفاع ۲۰۰۰۰ متری

در این ارتفاع، فشار هوا کم‌تر از یک دهم فشار در سطح دریا است.

خطوط هوایی - ۱۱۰۰۰ متری

فشار اتاقک‌های هواپیماها طوری تنظیم می‌شود تا خلبان و مسافران بتوانند همچون سطح دریا نفس بکشند. در هواپیماها اکسیژن اضافی نیز وجود دارد تا در صورت نیاز - به دلیل کاهش هوا در ارتفاع زیاد - از آن استفاده شود.

قله ی کوه‌ها - ۷۵۰۰ متری

در این ارتفاع کوهنوردان اغلب برای دریافت اکسیژن بیش‌تر از دستگاه‌های تنفس استفاده می‌کنند.

سطح دریا

بدن انسان با فشار هوا در سطح دریا تطبیق یافته است.

عمق ۱۲۰ متری

غواصان بدون لباس‌های ویژه‌ای که درمقابل فشار آب از آن‌ها حمایت‌کند نمی‌توانند پایین‌تر از این عمق بروند.

زیردریایی‌ها - ۶۵۰۰ متری

زیردریایی‌ها از بدنه‌ی دولایه و محکم برخوردارند تا در مقابل فشار آب ایستادگی کنند. پایین‌ترین نقطه‌ای که یک زیردریایی حامل نفر توانسته به آن برسد عمق ۶۵۰۰ متری بوده است.

عمق ۱۰۰۰۰ متری

در این عمق، فشار آب ۱۰۰۰ برابر فشار در سطح دریا است.

انرژی

دانشمندان انرژی را به عنوان توانایی انجام کار تعریف می‌کنند. انرژی است که وقوع کارها را ممکن می‌سازد. انرژی موجود در نور خورشید به رشد گیاهان کمک می‌کند و انرژی غذاها ما را قادر به حرکت کرده و گرم نگه می‌دارد و انرژی سوخت، موتورها را به کار می‌اندازد. انرژی شکل‌های مختلف دارد و می‌تواند از یک شکل به شکلی دیگر تبدیل شود. انواع اصلی انرژی عبارتند از: انرژی پتانسیل، انرژی جنبشی و انرژی شیمیایی.

انرژی پتانسیل

انرژی ذخیره شده و آماده‌ی استفاده را انرژی پتانسیل یا نهفته می‌گویند زیرا پتانسیل یا توانایی انجام کار در آینده را دارد. جسمی که با استفاده از نیرو در یک وضعیت خاص قرار گرفته و یا به شیوه‌ای دستخوش تغییر شده باشد دارای انرژی پتانسیل است. وقتی یک جسم انرژی پتانسیل ذخیره شده‌ی خود را آزاد می‌کند، این انرژی به شکل‌های دیگری از انرژی تبدیل می‌شود.

▶ انرژی پتانسیل الکتریکی

وقتی ابرهای صاعقه‌زا در آسمان حرکت می‌کنند مقادیر زیادی الکتریسیته در خود انباشته می‌کنند. این الکتریسیته را الکتریسیته‌ی ساکن می‌گویند، که یک انرژی ذخیره شده است. وقتی میزان الکتریسیته‌ی ساکن در یک ابر به بیش از حدی برسد که ابر دیگر قادر به نگهداری آن نباشد، مقداری از آن به صورت صاعقه از داخل ابر به زمین تخلیه می‌شود.



کشسانی کمان انرژی را ذخیره کرده و پس از رها شدن زه، این انرژی به پیکان منتقل می‌شود



▶ انرژی پتانسیل کش

انرژی پتانسیل است که نیروی کمان و منجنیق را تأمین می‌کند. برای کش آوردن یک قطعه کش یا نوار کش سان به نیرو و تلاش نیاز است زیرا نیروهای بین ملکول‌هایش سعی دارند در مقابل جدا شدن از یکدیگر مقاومت کنند. وقتی کش کشیده می‌شود، ملکول‌ها از هم دور می‌شوند و یک انرژی پتانسیل به دست می‌آید. انرژی ذخیره شده در ماده‌ی کش آمده را می‌توان در راه اندازی بعضی دستگاه‌های مثل ماشین‌های اسباب بازی و هواپیماهای مدل نیز مورد استفاده قرار داد.

▲ انرژی پتانسیل گرانشی

توده‌ی برف بر فراز یک کوه مقدار زیادی انرژی پتانسیل دارد؛ که آن را انرژی پتانسیل گرانشی می‌گویند. زیرا کشش گرانشی است که پیوسته سعی دارد توده‌ی برف را از بالای کوه به پایین بکشد. در هنگام سقوط برف، توده‌ی برف سرعت می‌گیرد و انرژی پتانسیل آن به انرژی جنبشی تبدیل می‌شود.

نیروی گرانش برف را به سمت پایین می‌کشد



اشیاء در حال حرکت انرژی جنبشی دارند. هر چه انرژی جنبشی یک جسم بیش تر باشد حرکت آن سریع تر است. وقتی حرکت یک جسم کند می شود انرژی جنبشی آن به نوع دیگری از انرژی، مثل گرما یا صدا، تبدیل می شود. اجسام ساکن انرژی جنبشی ندارند. انرژی جنبشی معمولاً زمانی تولید می شود که اجسام انرژی پتانسیل خود را آزاد می کنند.



انرژی جنبشی چکش در حال حرکت به میخ منتقل می شود

میخ به شدت به درون چوب فرو می رود



► برخورد چکش با میخ

چکش در حال حرکت انرژی جنبشی بالایی دارد. وقتی با میخ برخورد می کند حرکت آن کند می شود و انرژی جنبشی خود را از دست می دهد. این انرژی ناپدید نمی شود بلکه مقداری از آن صرف شکافته شدن چوب و باز کردن راه برای میخ می شود و قسمتی از آن به صورت انرژی گرمایی و بخشی از آن هم به شکل انرژی صوتی در می آید.

انرژی شیمیایی

در این انرژی واکنش های شیمیایی دخالت دارند. وقتی عناصر با یکدیگر ترکیب می شوند واکنش شیمیایی رخ می دهد و انرژی در ترکیبات آن ها به شکل انرژی پتانسیل شیمیایی ذخیره می شود. این انرژی می تواند در واکنش های شیمیایی دیگر آزاد شود. غذایی که می خوریم انرژی را ذخیره می کند که در فرایند هضم آزاد می شود. انرژی همچنین می تواند در فرایندی، به نام احتراق، از سوختن مواد شیمیایی آزاد شود. سوخت ها ترکیباتی شیمیایی هستند که از طریق احتراق انرژی گرمایی آزاد می کنند.

غذا به عنوان انرژی شیمیایی

وقتی انسان و جانوران دیگر غذا می خورند انرژی ذخیره شده در غذا را برای گرم نگه داشتن خود، رشد و ترمیم جسم خود و حرکت مورد استفاده قرار می دهند. غذاهای مختلف مقادیر انرژی ذخیره شده متفاوتی دارند. میزان انرژی ذخیره شده در یک ماده غذایی را با کیلوکالری (یا به اختصار، کالری) نشان می دهند.



نوع جانور	کالری مورد نیاز روزانه
فیل	۴۰۰۰۰
پاندا	۲۰۰۰۰
مرد	۲۶۰۰ (فعالیت معمولی)
زن	۲۳۰۰ (فعالیت معمولی)
کودک (۷ - ۱۰ ساله)	۲۰۰۰
موش	۳۰



▲ سوختن زغال

سوخت هایی از قبیل زغال را هیدروکربن می گویند؛ که ترکیباتی شیمیایی، عمدتاً متشکل از هیدروژن و کربن، هستند. وقتی زغال در هوا می سوزد ملکول های هیدروکربن به ترکیبات ساده تر تجزیه می شوند و انرژی پتانسیل شیمیایی هیدروکربن به صورت انرژی گرمایی آزاد می شود. همزمان، انرژی نوری نیز تولید می شود و به همین دلیل است که آتش علاوه بر گرما نور هم دارد.

کار به عنوان انرژی مورد نیاز برای انجام یک عمل، از طریق وارد کردن نیرو برای جابه‌جا کردن اجسام، تعریف می‌شود. میزان کار انجام شده برابر است با انرژی مورد استفاده و هر دو را با **ژول** اندازه‌گیری می‌کنند. برای بالا بردن یک وزنه در مسافتی معین به انرژی نیاز است زیرا ناچاریم بر نیروی جاذبه غلبه کنیم. ماشین‌های **پرقدرت** می‌توانند در زمانی کوتاه مقدار زیادی کار انجام دهند. ماشین‌های **کارآمد** در هنگام انجام کار انرژی نسبتاً کمی تلف می‌کنند.

قایق در حال حمل الوار

با وجودی که الوارها شناورند اما بسیار سنگین هستند و همچنین باید مقاومت آب را خنثی کنند. قایق یدک‌کش برای غلبه بر مقاومت آب و جلوگیری از بردن الوارها به نیروی زیادی نیاز دارد. کاری که انجام می‌دهد، کشیدن الوارها در مسافتی معین در داخل آب است.

الوارها برای جابه‌جایی از حرکت یدک‌کش نیرو می‌گیرند



▲ مورچه‌ی برگ‌خوار

این مورچه‌ی کوچک می‌تواند باری چندین برابر وزن خود را بلند و حمل کند. مورچه باید در بلند کردن برگ بر نیروی جاذبه غلبه کند و به همین دلیل برگ را یکجوری بر می‌دارد تا مقاومت هوا کاهش یابد. این امر کمک می‌کند تا میزان کاری که باید انجام دهد کاهش یابد.

کارآیی

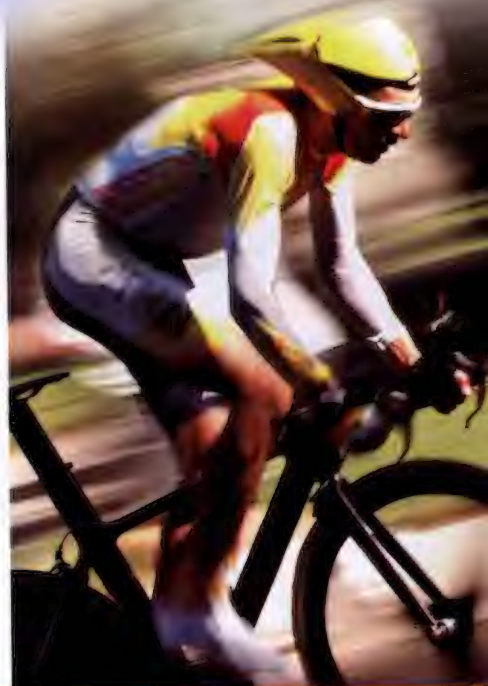
کارآیی عبارت است از میزان کار مفیدی که انرژی یک دستگاه تولید می‌کند. هیچ دستگاهی تاکنون تمام انرژی خود را به کار تبدیل نکرده است چون مقداری از انرژی همواره در فرآیند عمل تلف می‌شود. موتور اتومبیل‌ها سوخت را به انرژی مورد نیاز برای حرکت تبدیل می‌کنند اما در انجام این کار داغ می‌شوند. این گرما کمکی به حرکت اتومبیل نمی‌کند؛ بنابراین این اتومبیل در مقایسه با بسیاری از ماشین‌ها وسیله‌ای نسبتاً نا کارآمد است.

ماشین‌ها تا چه اندازه کارآمد هستند؟

دوچرخه	۹۰ درصد
توربین بخار نیروگاه برق	۳۵ درصد
بدن انسان	۲۴ درصد
موتور اتومبیل بنزینی	۲۰-۲۵ درصد
لامپ الکتریکی	۵ درصد

▶ دستگاه کارآمد

دوچرخه از ماشین‌های کارآمد است. در دوچرخه نیروی ماهیچه‌ی دوچرخه سوار به حرکت تبدیل می‌شود و در این فرآیند انرژی اندکی هدر می‌رود. دوچرخه سواران در مسابقات لباس‌های اثرودینامیک می‌پوشند تا در مقابله با مقاومت هوا انرژی کم‌تری هدر رود و انرژی بیش‌تری صرف حرکت دوچرخه شود.



یدک‌کش وسیله‌ی صد درصد کارآمدی نیست زیرا مقداری از انرژی را صرف جابه‌جا کردن آب و مقداری را هم به صورت گرما و صدا تلف می‌کند



کفه‌ی بزرگ تو برای بلند کردن بارهای سنگین‌تر
و بزرگ‌تر از باروهای هیدرولیکی نیرو می‌گیرد

بعضی ماشین‌ها کار را با سرعت بیش‌تری نسبت به بعضی دیگر انجام می‌دهند. این ماشین‌ها را پر قدرت یا توانمند می‌گوییم. قدرت یا توان مقدار کاری است که یک ماشین در زمانی معین انجام می‌دهد. اتومبیل‌هایی که موتورهای بزرگ‌تر دارند سریع‌تر حرکت می‌کنند، یعنی در زمان معین مسافت بیش‌تری را می‌پیمایند. بنابراین این اتومبیل‌های تندروتر کار را سریع‌تر از اتومبیل‌های کندتر انجام می‌دهند و در نتیجه، ماشین‌هایی توانمندترند.

ماشین حفاری پر قدرت

این بیل مکانیکی با استفاده از نیرو بارهای سنگین را جابه‌جا می‌کنند. هر چه کفه‌ی ماشین بزرگ‌تر باشد باری که می‌تواند در یک حرکت جابه‌جا کند بیش‌تر است. بیل‌های مکانیکی با کفه‌های بزرگ می‌توانند مقدار کار بیش‌تری نسبت به بیل‌هایی که کفه‌های کوچک‌تر دارند انجام دهند. بنابراین این بیل‌های مکانیکی با کفه‌های بزرگ‌تر ماشین‌هایی پر قدرت‌ترند.

ژول

مقدار کار انجام شده در یک مسافت معین مساوی است با مقدار نیرو (به نیوتن) ضرب در فاصله‌ی جابه‌جایی (به متر). کار انجام شده را با ژول اندازه می‌گیرند که به افتخار جیمز پرسکات ژول فیزیکدان انگلیسی (۱۸۱۸-۱۸۸۹) نام‌گذاری شده است. برای انجام یک مقدار معین کار به همان مقدار انرژی نیاز است؛ بنابراین انرژی را نیز با ژول اندازه می‌گیرند.

► یک ژول

یک ژول مقدار کاری است که یک نیوتن نیرو در مسافت جابه‌جایی یک متر انجام می‌دهد. برای انجام یک ژول کار به یک ژول انرژی نیاز است. در جابه‌جا کردن بار یا یک نیروی معین در مسافت دو متر، دو ژول کار انجام می‌گیرد.



۱ متر



◀ غذاهای پر انرژی

وقتی بازیکن تنیس به توپ ضربه می‌زند کار انجام می‌گیرد. اگر او قبل از مسابقه یک موز بخورد بدنش انرژی ذخیره شده در موز را برای انجام این کار صرف می‌کند. ارزش انرژی مواد غذایی را با کیلوژول یا کیلو کالری اندازه می‌گیرند. بدن انسان تمام غذایی را که می‌خورد به کار مفید تبدیل نمی‌کند؛ بنابراین این صد در صد کارآمد نیست.

صد کالری
(۴۲۰ کیلوژول)
انرژی

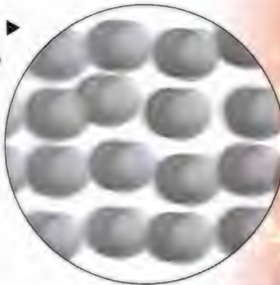


گرما

فلز حرارت دیده در کوره گرمای خود را با درخشش سرخ رنگ و جرقه نشان می‌دهد. اما در یخ و برف نیز مقداری گرما وجود دارد. گرما انرژی جنبشی ذخیره شده در همهی اجسام، اعم از گرم و سرد، است. انرژی گرمایی ذرات درون یک جسم (اتم‌ها و ملکول‌ها) را به حرکت وا می‌دارد. دما میزان گرمی یا سردی یک جسم، بسته به انرژی گرمایی آن، است. دما را با **دماسنج** اندازه می‌گیرند.

▶ فلز مذاب

وقتی آهن در کوره حرارت می‌بیند درخششی سرخ رنگ پیدا می‌کند و سپس در دمای ۱۵۳۵ درجه سانتیگراد ذوب می‌شود. در این دما، ذرات آن با مقدار زیادی انرژی جنبشی به حرکت در می‌آیند. شکل مقابل ذرات را در این دما و در حال حرکت نشان می‌دهد. در دماهای بالاتر، ذرات سرعتشان افزایش می‌یابد و آهن در کوره شروع به جوشیدن می‌کند.



ذرات آهن داغ



▲ کوه یخ شناور

یخ سرد است، اما با این وجود، حاوی مقداری انرژی گرمایی است. کوه یخ از ذرات آب تشکیل شده است که در یک ساختار بلوری سخت در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. این ذرات اندکی ارتعاش دارند. اگر کوه یخ آن قدر سرد شود که حرکت ذراتش به کلی متوقف شود در پایین‌ترین دمای ممکن قرار گرفته است که به آن صفر مطلق می‌گوییم.



ذرات یخ

▼ مقیاس دما

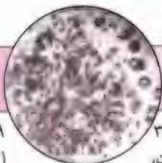
دماسنج را با درجه‌ی سلسیوس (همچنین موسوم به سانتیگراد با نماد (C) یا فارنهایت (F) و یا مقیاس دمای مطلق (یا واحد کلونین (K) درجه بندی می‌کنند. درجه‌ی سلسیوس از نقطه‌ی انجماد آب (درجه‌ی صفر) تا نقطه‌ی جوش آن (۱۰۰ درجه سانتیگراد) درجه‌بندی شده است.

صفر مطلق پایین‌ترین دمای ممکن و برابر با ۲۷۳- درجه سانتیگراد، (۴۶۰- درجه فارنهایت یا صفر درجه کلونین) است.

منطقه‌ی قطب جنوب با دمای ۸۹- درجه سانتیگراد، (۱۲۸- درجه فارنهایت، ۱۸۴- درجه کلونین) پایین‌ترین دمای کوه‌ی زمین را دارد

دمای بدن انسان سالم برابر با ۳۷ درجه سانتیگراد، (۹۸/۶ درجه فارنهایت، ۳۱۰ درجه کلونین) است

آب در ۱۰۰ درجه سانتیگراد، (۲۱۲ درجه فارنهایت، ۳۷۳ درجه کلونین) به جوش می‌آید

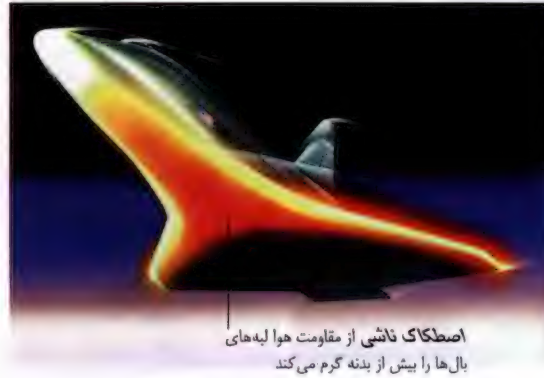


دما میزان گرما یا سرما است. چیزهایی که دمای بالا دارند داغ‌تر از چیزهایی هستند که دمایشان پایین است چون مقدار انرژی گرمایی درون آن‌ها بیش‌تر است. هر جسمی می‌تواند انرژی گرمایی خود را به اجسام سردتر منتقل کند. در طول این انتقال، جسم اول سرد می‌شود و دمای آن پایین می‌آید. جسم سردتر با گرفتن گرما دمایش بالا می‌رود.

پلم را با عایق می‌پوشانند تا گرمای کم‌تری خارج شود

پنجره‌های پوشیده با پرده به رنگ نارنجی نشان داده شده‌اند چون گرما از طریق شیشه بیرون می‌رود

پنجره‌های بدون پرده به رنگ زرد نشان داده شده‌اند چون گرمایی بیش‌تری از شیشه‌های آن‌ها بیرون می‌رود



شائل فضایی
وقتی شائل فضایی به جو زمین باز می‌گردد سرعتی بسیار بالا دارد. مقاومت هوا بدنه‌ی شائل را تا حدود ۲۵۰۰ درجه سانتیگراد گرم می‌کند. این دما برای ذوب کردن بیش‌تر مواد کافی است، اما شائل فضایی با سفال‌های سرامیکی پوشانده شده است که در مقابل این حرارت مقاومت می‌کنند.

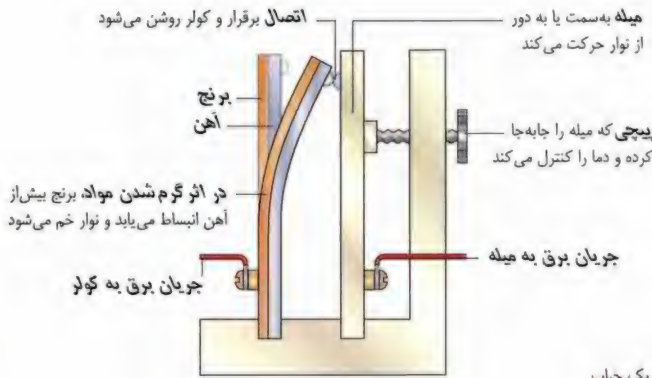


▲ تصویر حرارتی خانه

خانه‌ها معمولاً در شب گرم‌تر از هوای خنک بیرون هستند لذا گرما تمایل دارد به جاری شدن از درون به بیرون. این تصویر که توسط دوربینی حساس به گرما گرفته شده است، قسمت‌های گرم‌تر خانه را به رنگ زرد و نارنجی و قسمت‌های خنک‌تر را با صورتی و بنفش نشان می‌دهد. از پنجره‌ها و درها مقدار زیادی گرما بیرون می‌رود و مقداری از گرما هم از طریق دودکش خارج می‌شود.

دماسنج

دماسنج وسیله‌ای اندازه‌گیری مقدار گرما بر روی یک مقیاس گرمایی است. هر چه جسم داغ‌تر باشد انرژی گرمایی آن بیش‌تر است و انبساط بیش‌تری پیدا می‌کند. دماسنج با استفاده از این خاصیت دما را اندازه‌گیری می‌کند. مایع درون دماسنج با گرم‌تر شدن انبساط می‌یابد و در لوله بالا می‌رود. این لوله درجه‌بندی شده و درجات روی آن، میزان دما را نشان می‌دهند.



▲ ترموستات

ترموستات وسیله‌ای است برای خاموش و روشن کردن دستگاه‌هایی مثل کولر جهت ثابت نگه داشتن دما. وقتی اتاق گرم می‌شود، نوار برنجی ترموستات بیش از نوار آهنی متصل به آن انبساط می‌یابد. نوار به سمت داخل خم می‌شود و یک مدار الکتریکی را کامل و اتصال را برقرار می‌کند و کولر روشن می‌شود.

► دماسنج طبی

این نوع دماسنج برای اندازه‌گیری دمای بدن انسان طراحی شده است. دمای بدن انسان نمی‌تواند تغییرات وسیعی داشته باشد. لذا دماسنج طبی دامنه‌ی کوتاهی را پوشش می‌دهد (از ۳۲ تا ۴۲ درجه سانتیگراد). بنابراین نشانه‌های روی دماسنج طبی می‌توانند از یکدیگر دور باشد، که خواندن دماسنج را آسان‌تر و دقیق‌تر می‌کند.



► دماسنج جیوه‌ای

این نوع دماسنج شامل مقدار اندکی جیوه‌ی مایع در یک حباب شیشه‌ای در انتهای خود است. برای تعیین دمای بدن یک شخص، حباب شیشه‌ای در دهان او قرار داده می‌شود. جیوه در اثر گرم شدن توسط دمای بدن شخص منبسط می‌شود و در لوله بالا می‌رود. یک خمیدگی در لوله مانع از بازگشت سریع جیوه می‌شود تا بتوان دما را با دقت خواند و ثبت کرد.



دمای درون خورشید ۱۴ میلیون درجه سانتیگراد، (۲۵ میلیون درجه فارنهایت، ۱۴ میلیون درجه کلونین) است



گاز طبیعی در ۶۶۰ درجه سانتیگراد، (۱۲۲۰ درجه فارنهایت، ۹۳۳ درجه کلونین) می‌سوزد



کاغذ در دمای ۱۸۴ درجه سانتیگراد، (۳۶۳ درجه فارنهایت، ۴۵۷ درجه کلونین) می‌سوزد

انتقال گرما

انرژی گرمایی می‌تواند به سه طریق از یک مکان به مکانی دیگر منتقل شود؛ در فرایند **همرفت**، انرژی گرمایی توسط جابه‌جایی اجزای ماده منتقل می‌شود. در انتقال **هدایتی**، گرما توسط ذرات مرتعش منتقل می‌شود و در **تشعشع**، گرما مستقیماً از طریق امواج الکترومغناطیس حمل می‌شود. وقتی یک جسم داغ با جسم سردتری تماس حاصل می‌کند گرما از جسم داغ به جسم سرد منتقل می‌شود. اجسام در هنگام انتقال حرارت سردتر می‌شوند مگر این که انرژی گرمایی از دست داده شده به‌طور پیوسته جایگزین شود.



تبخیر

یکی دیگر از فرایندهای انتقال گرما تبخیر است. وقتی یک سگ زبان خود را بیرون می‌گیرد و نفس نفس می‌زند رطوبت روی زبان به بخار آب تبدیل می‌شود - یعنی تبخیر می‌شود. برای تبدیل مایع به گاز به انرژی گرمایی نیاز است و به این وسیله، گرمای زبان سگ کاهش می‌یابد و به خنک کردن او کمک می‌کند. انسان‌ها به کمک عرق کردن از طریق سوراخ‌های کوچک روی پوست، که گرما را از بدن آن‌ها بیرون می‌راند، خنک می‌شوند.

هوا سرد می‌شود و پایین می‌آید

همرفت

جریان همرفت مثل یک نقاله‌ی نامرئی عمل کرده گرما را در مایعات و گازها منتقل می‌کند. وقتی قسمتی از مایع گرم می‌شود انبساط می‌یابد. این امر باعث می‌شود مایع سبک‌تر از مایعات اطراف شود و به بالا برود. با دور شدن مایع گرم از منبع گرما، مایع خنک‌تر جای آن را می‌گیرد. سپس مایع گرم شده که از منبع دور شده خنک و دوباره به سمت پایین سرازیر می‌شود و این چرخه دوباره تکرار می‌گردد.



تسیم‌های دریایی

در طول روز، نور آفتاب زمین را سریع‌تر از دریا گرم می‌کند. هوای گرم بالا می‌رود و از طریق همرفت به سمت دریا حرکت می‌کند و در آنجا خنک شده و یک جریان دایره‌ای را به وجود می‌آورد. به همین دلیل است که در سواحل دریا تسیم‌های دریایی در طول روز از دریا به سمت زمین می‌وزند و در شب که زمین سریع‌تر از دریا خنک می‌شود، هوای گرم از دریا به دلیل همرفت بالا می‌رود و جهت جریان بادها عوض می‌شود و باد از خشکی به دریا می‌وزد.



الکساندر فون هامبولت

آلمانی، ۱۷۶۹-۱۸۵۹

الکساندر فون هامبولت کاشف آلمانی نشان داد که اقیانوس‌ها چگونه با استفاده از جریان همرفت با یکدیگر تبادل دما می‌کنند. آب‌های گرم از منطقه‌ی استوا به سمت بالا می‌آیند و در سطح آب قطب‌ها جاری می‌شوند. سپس در قطب‌ها خنک شده و پایین می‌روند. جریان هامبولت که از سواحل آمریکای جنوبی به سمت قطب می‌رود به افتخار او نامگذاری شده است.

هوای گرم بالا می‌رود و بالن را پر می‌کند

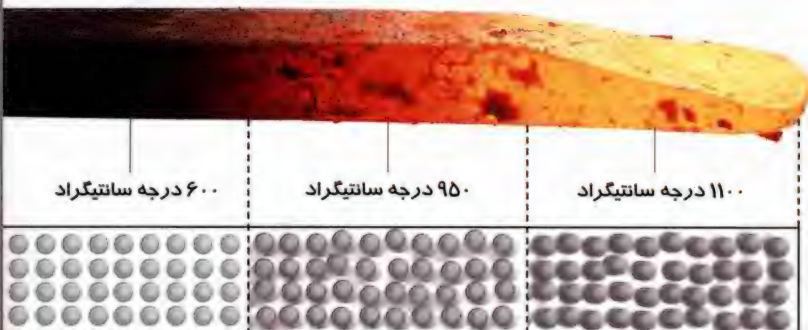
شعله‌ی مشعل در قاعده‌ی بالن هوا را گرم می‌کند

بالن هوای داغ

یک مشعل در قاعده‌ی بالن هوای درون آن را گرم می‌کند. هوای گرم در بالن بالا می‌رود و در یک مسیر دایره‌ای به نام جریان همرفت، به جریان می‌افتد. وقتی بالن از هوای داغ پر شد، از زمین بالا می‌رود چون هوای گرم درون بالن سبک‌تر از هوای سرد بیرون است.

▼ میله‌ی داغ فلزی

وقتی انتهای یک میله‌ی آهنی حرارت داده شود، آن نقطه درخششی سرخ پیدا می‌کند و سپس به رنگ نارنجی درمی‌آید و سپس زرد می‌شود و بالاخره با بالا رفتن دما، به رنگ سفید می‌درخشد. انرژی گرمایی از طریق هدایت در میله جاری می‌شود. گرم‌ترین نقطه‌ی این میله‌ی آهنی نوک زرد رنگ آن است که کم‌ترین فاصله را با آتش دارد. قسمت‌های نارنجی و سرخ نیز خیلی داغ هستند.



▲ اتم‌های آهن چگونه گرما را هدایت می‌کنند؟

وقتی به یک میله‌ی آهنی حرارت داده می‌شود، اتم‌های آن به شدت شروع به جنبش می‌کنند. دلیل حرکت آن‌ها این است که انرژی بیش‌تری به دست آورده‌اند. ارتعاش اتم‌ها، باعث می‌شود اتم‌های مجاور نیز به جنبش درآیند. به این ترتیب، انرژی گرمایی در طول میله منتقل می‌شود.

گرما در جامدات از طریق هدایت یا رسانش جابه‌جا می‌شود. اگر یک انتهای میله‌ای فلزی حرارت داده شود، انرژی گرمایی به سرعت در طول میله پیش می‌رود. ذرات گرم در میله جابه‌جا نمی‌شوند بلکه ارتعاش می‌کنند و انرژی خود را به ذرات کناری می‌دهند. موادی که رسانای الکتریسیته هستند رساناهای حرارت نیز می‌باشند. فلزات به خوبی گرما را هدایت می‌کنند ولی چوب، پلاستیک‌ها و شیشه رساناهای گرمایی ضعیفی هستند.



▲ تاب‌ی آلومینیومی

ظروف آشپزخانه از فلز ساخته می‌شوند - اغلب آلومینیوم، این فلز گرما را به خوبی هدایت می‌کند و انرژی گرمایی را به سرعت از اجاق به غذا منتقل می‌نماید. دسته‌ی ظروف آشپزخانه را اغلب از چوب یا پلاستیک می‌سازند. این مواد رساناهای گرمایی خوبی نیستند و آن‌ها را عایق می‌گویند.

آب داغ در لوله‌ها نیروی لازم برای تولید الکتریسیته را فراهم می‌کند

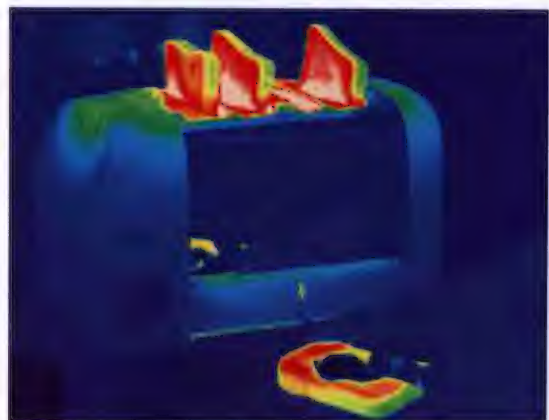
گرمای تشعشعی آب را در لوله گرم می‌کند



تشعشع

تمام انرژی نوری و گرمایی که در زمین دریافت می‌کنیم از خورشید به دست می‌آید که این انرژی در امواج نامرئی الکترومغناطیسی در فضا حرکت می‌کند. به این امواج تشعشع می‌گویند. فضا بی‌انتهای خالی است و در نتیجه انرژی گرمایی نمی‌تواند از طریق همرفت یا هدایت از خورشید دریافت شود. اجسام داغ بر روی زمین، مثل آتش و رادیاتور شوفاژ، نیز از طریق تشعشع و تابش گرما را منتقل می‌کنند.

آینه‌ی قوسی دار تشعشعات گرمایی را از خورشید می‌گیرد و باز می‌تاباند



▲ تشعشعات گرمایی توستر

در داخل توستر، سیم‌های فلزی به وسیله‌ی الکتریسیته گرم می‌شوند تا جایی که درخششی سرخ به دست می‌آورند. نان با سیم‌ها در تماس نیست بلکه از طریق تابش گرما برشته می‌شود. سطوح داخل دستگاه از یک فلز بازتابنده ساخته می‌شود تا میزان تابش به حداکثر برسد. در این تصویر که توسط یک دوربین حساس به گرما گرفته شده داغ‌ترین قسمت‌ها به رنگ سرخ و زرد و خنک‌ترین آن‌ها به رنگ‌های آبی و سبز نشان داده شده‌اند.

◀ بازتاباننده‌ی خورشیدی

این کوره‌ی خورشیدی از یک آینه‌ی قوسی دار تشکیل شده است که تشعشعات نور و گرما را از خورشید می‌گیرد و به درون لوله‌ای پر از آب می‌تاباند. این آینه سطح وسیعی دارد و می‌تواند انرژی خورشیدی فراوانی را بگیرد و آن را بر روی سطح بسیار کوچک‌تر لوله متمرکز کند. به این ترتیب لوله و آب درون آن به سرعت گرم می‌شود.

رادیواکتیویته

اتم‌های برخی از عناصر شیمیایی بی‌ثبات هستند. آن‌ها سعی می‌کنند آرایش جدیدی به خود بگیرند تا اتم‌هایی با ثبات‌تر بسازند. در این فرایند، آن‌ها ذراتی را از خود تشعشع می‌کنند. این فرایند را رادیواکتیویته می‌گویند. با وجودی که رادیواکتیویته می‌تواند برای انسان مضر باشد، اما برای زندگی روزمره‌ی ما مهم نیز می‌باشد. از این فرایند در تولید انرژی هسته‌ای و همچنین حفظ و نگهداری مواد غذایی استفاده می‌شود و نقش مهمی در درمان سرطان دارد.



▲ خطر تشعشع

بعضی انواع رادیواکتیویته زیانبار هستند چون به بافت‌های بدن انسان آسیب می‌رسانند. اگر انسان مقدار زیادی رادیواکتیویته دریافت کند ممکن است به بیماری تشعشع مبتلا شود که اغلب باعث سرطان است. بیماری تشعشع همچنین بر باروری انسان‌ها نیز اثر می‌گذارد.



آلفا

بتا

گاما

▲ انواع رادیواکتیویته

ذرات آلفا و بتا و پرتو گاما که با حروف یونانی بالانشان داده می‌شوند، سه نوع تشعشع هستند که در یک فرایند رادیواکتیویته آزاد می‌شوند. ذره‌ی آلفا از دو پروتون متصل به دو نوترون تشکیل شده است. ذره‌ی بتا یک الکترون است و پرتو گاما تشعشع الکترومغناطیسی با انرژی بالا است.

زوال آلفا



وقتی هسته‌ی یک اتم بی‌ثبات از هم می‌پاشد تا یک اتم کوچک‌تر ولی پایدارتر به وجود آید یک ذره‌ی آلفا تولید می‌شود. اتم جدید و کوچک‌تر ۲ پروتون و ۲ نوترون کمتر از اتم اولیه دارد. این ذرات جدا شده به یکدیگر می‌پیوندند و ذره‌ی آلفا را به وجود می‌آورند که به بیرون تابیده می‌شود. در این فرایند مقداری انرژی به صورت پرتو گاما آزاد می‌شود. پرتو گاما انرژی بالا و تابشی با فرکانس بسیار بالا دارد و سرعت آن با سرعت نور برابر است.

زوال بتا



زوال بتا کاملاً متفاوت از زوال آلفا است. یکی از نوترون‌های هسته‌ی اتم بی‌ثبات به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود. پروتون به هسته می‌پیوندد ولی الکترون با سرعت بالا از هسته به بیرون پرتاب می‌شود. این الکترون پر انرژی سریع را ذره‌ی بتا می‌نامند. در این فرایند نیز مقداری انرژی به صورت پرتو گاما آزاد می‌شود.



دستگاه پرتودرمانی (رادیوتراپی)

پرتو را به سمت بیمار هدایت می‌کند

▶ پرتودرمانی

چنانچه رادیواکتیویته به میزان زیاد بر انسان تابیده شود ممکن است به بافت‌ها و سلول‌های سالم آسیب برساند و موجب سرطان شود. از این فرایند می‌توان برای نابودکردن سلول‌های ناسالم و درمان سرطان نیز استفاده کرد. در پرتودرمانی، شعاع‌های رادیواکتیویته با هدف گیری دقیق بر بافت سرطانی و تومورها تابانده می‌شود. رادیواکتیویته سلول‌ها را نابود می‌کند و شانس بیمار برای زندگی را بهبود می‌بخشد.



انرژی هسته‌ای

اتم‌ها کوچک هستند ولی می‌توانند انرژی بسیاری بالایی را آزاد کنند. وقتی یک اتم بی‌ثبات به یک اتم باثبات‌تر تغییر می‌کند رادیواکتیویته تولید می‌شود. این فرایند انرژی پتانسیل ذخیره شده در هسته‌ی اتم را نیز آزاد می‌کند. بعضی اتم‌ها می‌توانند منبع پیوسته‌ای از انرژی هسته‌ای را در فرایندی به نام واکنش زنجیره‌ای تولید کنند. انرژی هسته‌ای نیروی مخرب بمب‌های هسته‌ای را نیز ممکن می‌سازد، ولی بخش عمده‌ای از الکتریسیته‌ی جهان را نیز تولید می‌کند.

▶ انفجار هسته‌ای

وقتی یک بمب هسته‌ای منفجر می‌شود یک زنجیره‌ی غیر قابل کنترل واکنش‌هایی آغاز می‌شود که مقادیر زیادی انرژی را در زمانی اندک آزاد می‌کند. یک قطعه پلوتونیوم رادیواکتیو به اندازه‌ی یک توپ تنیس می‌تواند به اندازه‌ی ده‌ها هزار تن مواد منفجره‌ی نیرومند عمل کند.

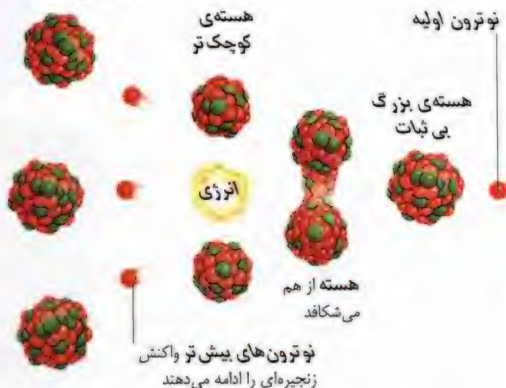
این قارچ شکل متشکل از دود و گازهای ناشی از انفجار هسته‌ای



دود و شعله‌های حاصل از گرمای بسیار بالای انفجار

شکافت هسته‌ای

هسته‌های بی‌ثبات و بزرگ بیش‌تر



در شکافت هسته‌ای، اتم‌های بزرگ به اتم‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شوند و انرژی آزاد می‌شود. وقتی یک نوترون به طرف هسته‌ی یک اتم بزرگ پرتاب می‌شود، اتم را بی‌ثبات می‌کند و از هم می‌شکافت و دو اتم کوچک‌تر به وجود می‌آید. مقداری انرژی تولید می‌شود و تعدادی نوترون نیز آزاد می‌گردد. این نوترون‌ها یا هسته‌های بزرگ‌تر و بی‌ثبات دیگر برخورد می‌کنند و واکنش زنجیره‌ای ادامه می‌یابد.

همجوشی هسته‌ای



در همجوشی هسته‌ای، وقتی اتم‌های کوچک‌تر به یکدیگر می‌پیوندند تا اتم‌های بزرگ‌تری تولید شود، انرژی بسیار بالایی آزاد می‌شود. در این فرایند، یک نوترون نیز آزاد می‌شود. ستاره‌هایی مانند خورشید، انرژی خود را از این راه به دست می‌آورند. در داخل آن‌ها، در دماها و فشارهای بسیار بالا، همجوشی هسته‌ای رخ می‌دهد. دانشمندان امیدوارند روزی فرا رسد که نیروگاه‌های هسته‌ای بتوانند با استفاده از همجوشی هسته‌ای منبع انرژی ارزان و پاک را در اختیار مردم زمین قرار دهند.



لیزه مایتنر

اتریشی سوئدی، ۱۸۷۸-۱۹۶۸
این فیزیکیان اولین نفری بود که فرایند شکافت هسته‌ای را توضیح داد. او همچنین قبل از این که کسی بتواند واکنش زنجیره‌ای هسته‌ای را به تحقق رساند، فرایند آن را پیش‌بینی کرد. او از حامیان پیشبرد نیروی هسته‌ای بود، ولی به شدت با تولید بمب‌های هسته‌ای مخالفت می‌کرد.

منابع انرژی



▲ تلمبه‌ی نفت

نفت خام را می‌توان با تلمبه‌هایی نظیر این، که بر روی چاه نصب می‌شود، استخراج کرد. سوخت‌هایی مانند نفت خانگی، بنزین و گاز از نفت خام به‌دست می‌آیند. نفت در اثر مرگ و میر پلانکتون‌ها و پوسیدن آن‌ها در طول میلیون‌ها سال و تحت فشار به‌وجود می‌آید که کربن فراوانی دارد. بیش‌تر نفت خام در زیر دریاها و در خشکی، در اعماق زمین در نزدیکی سواحل یافت می‌شود.

هر کاری که انجام می‌دهیم انرژی می‌برد. ما این انرژی را از منابع مختلف به دست می‌آوریم. نور و گرمای خورشید منبع بیشترین انرژی مورد استفاده بر روی زمین است. این انرژی در سوخت‌هایی همچون زغال سنگ و نفت، که از بقایای فسیل شده‌ی گیاهان و جانوران در طول میلیون‌ها سال درست شده‌اند، ذخیره شده است. البته منابع این سوخت‌های فسیلی محدود هستند و به همین دلیل به فکر تأمین انرژی تجدیدپذیر بوده‌ایم. یکی از جایگزین‌های مناسب برای سوخت‌های فسیلی انرژی زمین-گرمایی است که در اعماق زمین تولید می‌شود.

► نیروگاه برق با سوخت زغال سنگ

این نیروگاه برق با سوزاندن زغال سنگ انرژی شیمیایی آزاد می‌کند که در تولید الکتریسیته به کار می‌رود. انرژی خورشید توسط گیاهان به ترکیبات کربنی تبدیل می‌شود. وقتی گیاهان می‌پوسند به ماده‌ای تیره و خاک مانند به نام تورب (زغال سنگ نارس) تبدیل می‌شوند. تورب در طول میلیون‌ها سال مدفون بودن در زیر مواد دیگر و تحت فشار به زغال سنگ تبدیل می‌شود.



زغال سنگی که از عمق زمین استخراج می‌شود حاوی انرژی ذخیره شده در طول میلیون‌ها سال است



داخل یک نیروگاه هسته‌ای

در راکتور شکافتی یک نیروگاه هسته‌ای واکنش‌های هسته‌ای رخ می‌دهد. خنک‌ساز (آب سرد) به دور راکتور تلمبه می‌شود که در اثر حرارت حاصل از واکنش‌ها، به بخار تبدیل می‌شود. این بخار به توربینی تغذیه می‌شود که نیروی الکتریسیته را تولید می‌کند.



- | | |
|---|--|
| ۱ هسته‌ای راکتور حاوی سوخت و میله‌های کنترل است. | ۴ آب داغ در داخل مولد بخار به بخار تبدیل می‌شود. |
| ۲ تلمبه‌ی خنک‌ساز آب را در اطراف راکتور به گردش در می‌آورد. | ۵ بخار توربین را به گردش درمی‌آورد |
| ۳ پمپ، آب سنگین را دور راکتور می‌چرخاند. | ۶ بخار دوباره سرد و به آب تبدیل و دوباره به مولد بخار بازگردانده می‌شود. |

► انرژی خورشیدی

میزان انرژی خورشیدی که در هر ثانیه به زمین می‌رسد برابر است با نیرویی که ۲۵۵ هزار کامیون زغال سنگ قادر به تولید آن است. انرژی خورشیدی از واکنش‌های هسته‌ای درون آن سرچشمه می‌گیرد. خورشید را می‌توان به گونه‌ای یک نیروگاه هسته‌ای بسیار عظیم در نظر گرفت.



انرژی تجدیدپذیر

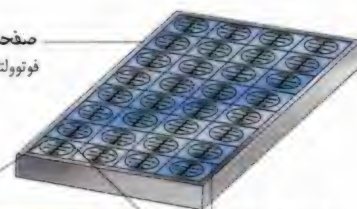
تا مدت‌ها پس از پایان یافتن سوخت‌های فسیلی، جزر و مد دریاها ادامه خواهد یافت، باد خواهد وزید و خورشید همچنان خواهد درخشید. انرژی اقیانوس‌ها، بادها و خورشید را انرژی تجدیدپذیر می‌گویند چون هرگز تمام نخواهد شد. استفاده از انرژی تجدیدپذیر برای طبیعت هم بهتر است؛ چون برخلاف سوخت‌های فسیلی، مواد آلاینده‌ی زیانبار بر جا نمی‌گذارند و به مشکل گرم شدن جهانی نمی‌افزایند.



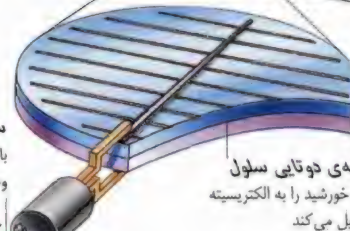
تیرگاه بادی

وقتی پره‌های این توربین‌های بزرگ بادی می‌چرخند مقداری از انرژی باد را دریافت می‌کنند. تپه‌های چرخان ژنراتوری را به حرکت درمی‌آورند و یک جریان الکتریکی به‌وجود می‌آید. مجموعه‌ی این توربین‌ها می‌تواند انرژی الکتریکی کافی برای یک محله را تأمین کند.

صفحه‌ی خورشیدی متشکل از سلول‌های فوتوولتایی که برق تولید می‌کنند



یک سلول باتری خورشیدی یا نوری (فوتوولتایی)



سیم‌های برق باتری را به موتور وصل می‌کند

لایه‌ی دوتایی سلول نور خورشید را به الکتریسیته تبدیل می‌کند

باتری‌های خورشیدی

یک صفحه‌ی خورشیدی می‌تواند از تعداد فراوانی سلول‌های کوچک فوتوولتایی خورشیدی تشکیل شود. سلول فوتوولتایی دستگاهی الکترونیکی است که نور را به الکتریسیته تبدیل می‌کند. وقتی نور خورشید بر سلول می‌تابد، باعث می‌شود الکترون‌ها از یک لایه‌ی سلول به لایه‌ی دیگر حرکت کنند. حرکت الکترون‌ها جریانی را در سلول ایجاد می‌کند که از طریق سیم‌ها برای مصرف یا ذخیره در یک باتری بزرگ جمع‌آوری می‌شود.

ژنراتور جزر و مدی

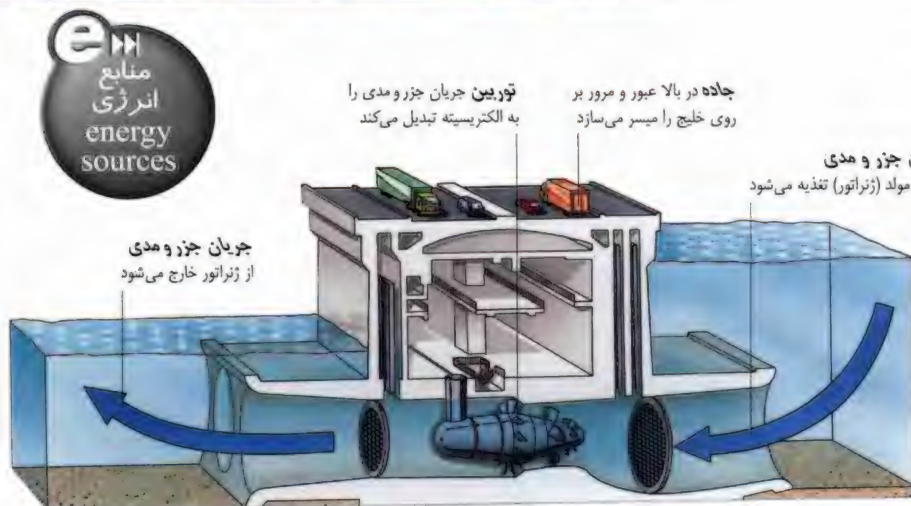
در جریان جزر و مد، آب در رودخانه‌هایی که به خلیج‌ها در سواحل اقیانوس‌ها وصل هستند عقب و جلو می‌رود. یک ژنراتور جزر و مدی در واقع نوعی پل است که دهانه‌ی خلیج را سد می‌کند تا جزر و مد مجبور باشد از داخل آن بگذرد. هر بار که آب به داخل یا به بیرون رانده می‌شود توربینی را در داخل ژنراتور به حرکت درمی‌آورد و الکتریسیته تولید می‌شود.

جاده در بالا عبور و مرور بر روی خلیج را میسر می‌سازد

توربین جریان جزر و مدی را به الکتریسیته تبدیل می‌کند

جریان جزر و مدی

به یک مولد (ژنراتور) تغذیه می‌شود



جریان جزر و مدی از ژنراتور خارج می‌شود

انرژی زمین-گرمایی

این نوع انرژی توسط خورشید تولید نمی‌شود. این انرژی توسط واکنش‌های شیمیایی پیوسته‌ی اعماق زمین به‌وجود می‌آید. این واکنش‌ها انرژی گرمایی بالایی را در هسته‌ی زمین تولید می‌کنند که این گرما از طریق همرفت به پوسته‌ی زمین می‌رسد. آتشفشان‌ها و چشمه‌ها و آبفشان‌های داغ انرژی زمین گرمایی را به سطح زمین می‌رسانند.

نیروگاه زمین گرمایی

نیروگاه زمین گرمایی نیروی خود را از گرمای زمین می‌گیرد. آب سرد را به داخل چاهی که در زمین حفر شده تخلیه می‌کنند. انرژی زمین گرمایی آب را گرم کرده و به‌صورت آب داغ و بخار به سطح زمین می‌فرستد. این آب داغ را می‌توان به کارخانجات و خانه‌های نزدیک لوله کشی کرد. از بخار آن برای چرخاندن توربین و تولید الکتریسیته استفاده می‌شود.



ماشین‌ها

از نظر علمی، ماشین به هر دستگاهی گفته می‌شود که نیرویی را به نیروی بزرگ‌تر یا کوچک‌تر دیگر تبدیل می‌کند و یا جهتی را که نیرو در آن عمل می‌کند تغییر می‌دهد. ماشین‌ها شکل‌ها و اندازه‌های مختلف دارند. ماشین‌های بزرگ مانند جرثقیل‌ها، بلدوزرها و کامیون‌ها از ماشین‌های ساده‌تر و کوچک‌تری همچون **اهرم‌ها، چرخ‌ها، قرقه‌ها، پیچ‌ها و دنده‌ها** استفاده می‌کنند. ابزار ساده‌ای چون بیل، چاقو، میخ کش و فندق شکن نیز ماشین به حساب می‌آیند.

اهرم‌ها

بیش‌تر اهرم‌ها چند برابر کننده‌ی نیرو هستند. اهرم تلاش لازم برای جابه‌جایی نیرویی به نام بار را کاهش می‌دهد و یک نیروی کوچک را به نیرویی بزرگ‌تر تبدیل می‌کند. وقتی نیرویی بر جسمی که در یک نقطه ثابت شده وارد می‌آوریم، جسم به دور این نقطه می‌چرخد. هر چه نیرو از نقطه‌ی گردش دورتر باشد جابه‌جایی جسم آسان‌تر است. اهرم‌ها به این وسیله انجام کار را آسان‌تر می‌کنند.

کامیون با کفه‌ی بالا رونده

کفه‌ی این کامیون حول محوری درست در بالا و پشت چرخ‌های عقب می‌چرخد. بازوهای هیدرولیکی کفه را بالا و پایین می‌برند. بار در قسمت کفه، بین نقطه‌ی ایراد نیرو و محور چرخش قرار دارد. به این ترتیب، کفه به صورت یک اهرم بزرگ نوع دوم عمل می‌کند و تلاش برای بالا بردن کفه و خالی کردن بار را کاهش می‌دهد.

قسمت جلوی کفه

در یک قوس بزرگ بالا می‌رود و بار را خالی می‌کند

شاسی ملوری ساخته شده تا در برابر بارهای بزرگ و سنگین مقاوم باشد

انواع اهرم

اهرم‌ها به یکی از این سه روش عمل می‌کنند: نوع اول و دوم نیروی وارده را به نیروی بزرگ‌تری تبدیل می‌کنند. اهرم نوع سوم برعکس عمل می‌کند، یعنی نیرو را کاهش می‌دهد و کنترل آن در یک مسافت طولانی‌تر را افزایش می‌دهد.

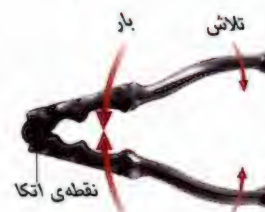
اهرم نوع اول

انبردست تلاش لازم برای گرفتن چیزی را کاهش می‌دهد. بار و تلاش در دو سمت مخالف نقطه‌ی اتکا قرار دارند. بار بزرگ‌تر از تلاش است.



اهرم نوع دوم

فندق شکن تلاش برای شکستن فندق را کاهش می‌دهد. نیرو در فاصله‌ای دورتر از بار نسبت به نقطه‌ی اتکا وارد می‌شود. بار بزرگ‌تر از تلاش است.



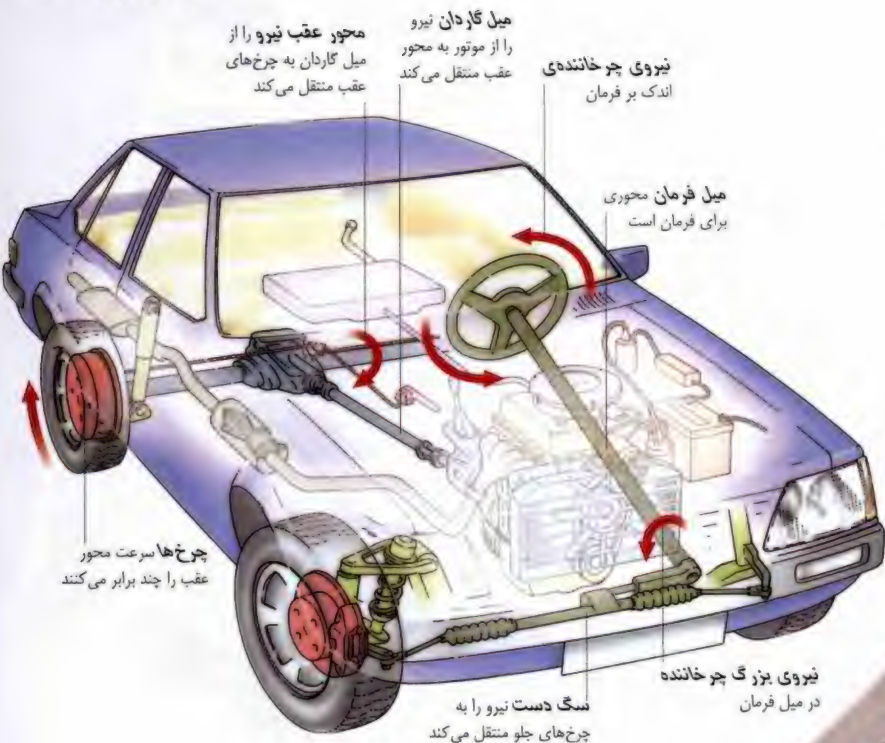
اهرم نوع سوم

انبر و موچین نیرو را کاهش داده و کنترل ما بر نیرو را افزایش می‌دهند. نیرو بر نقطه‌ای نزدیک‌تر به نقطه‌ی اتکا نسبت به بار وارد می‌شود و بزرگ‌تر از بار است.



چرخ‌ها

چرخ و محوری که آن را می‌چرخاند در مجموع ماشینی هستند که مانند یک اهرم عمل می‌کنند. فاصله‌ی بین محیط چرخ و محور یا سرعت و مسافت و یا نیرو را افزایش می‌دهد. اگر نیرویی بر محور وارد شود، چرخ بیش‌تر به گردش درمی‌آید و اگر نیرویی بر محیط چرخ وارد شود محور با نیروی بیش‌تری می‌چرخد ولی مسافت و یا سرعت چندان بیش‌تر نمی‌شود.



▲ چرخ و محور (اکسل)

فرمان اتومبیل نیرو را چند برابر می‌کند چون دور فرمان مسافت بیش‌تری را نسبت به میله‌ی فرمان طی می‌کند. فرمان نیروی وارده را چند برابر کرده و چرخ‌های اتومبیل را با نیرویی بسیار بالاتر از آنچه وارد کرده‌اید می‌چرخاند. چرخ‌های اتومبیل سرعت را چند برابر می‌کنند. موتور اتومبیل میل گاردان و محور عقب را با سرعتی معین می‌چرخاند. محور چرخ‌های اتومبیل را می‌چرخاند. چرخ‌ها مسافتی طولانی‌تر از محیط محور را طی کرده و اتومبیل سرعت می‌گیرد.



باز مشکل از مصالح ساختمانی از کف‌ی کامیون بیرون می‌ریزد

پیستون‌های هیدرولیکی نیرو را به سمت بالا هدایت کرده و بار به بیرون تخلیه می‌شود



قرقره‌ها

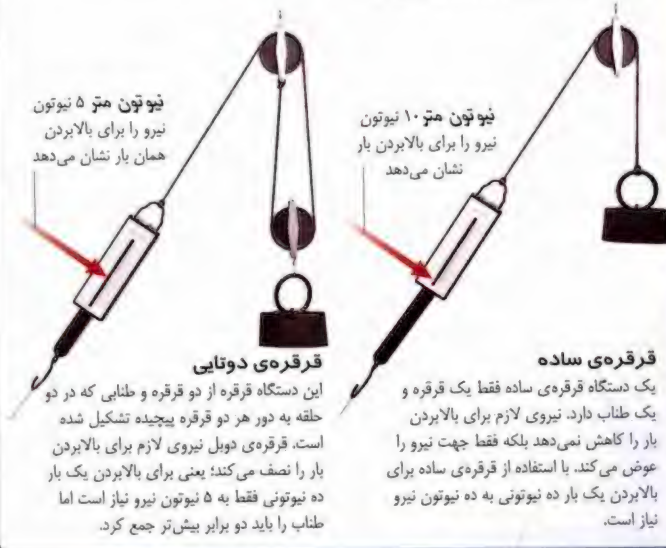
دستگاه قرقره مجموعه‌ای از طناب است که به دور یک یا چند قرقره می‌پیچد تا بالا بردن بارهای سنگین را آسان کند. هر چه حلقه‌های طناب و قرقره‌های مورد استفاده بیش‌تر باشد نیروی کم‌تری برای بلند کردن بار لازم است، اما برای بالا بردن بار طناب را بیش‌تر باید جمع کرد. دستگاه قرقره و طناب بالا بردن اجسام با نیروی کم‌تر را میسر می‌سازد اما مقدار کار انجام شده را تغییر نمی‌دهد. جرثقیل‌ها با استفاده از قرقره و طناب‌های متعدد بارهای بسیار سنگین را بالا می‌برند.

جرثقیل بزرگ

در این جرثقیل به جای طناب از کابل‌های قوی فولادی استفاده می‌شود. چندین مجموعه‌ی قرقره و کابل با یکدیگر عمل کرده و تلاش برای بالا بردن بار سنگین را کاهش می‌دهند. وزن بار در میان کابل‌ها و قرقره‌ها تقسیم می‌شود و در نتیجه، نیروی لازم برای بالا بردن کاهش می‌یابد.

انواع دستگاه قرقره

دستگاه‌های قرقره از نظر کارایی بسته به تعداد قرقره‌ها و حلقه‌های طناب متفاوت هستند. یک دستگاه ساده‌ی قرقره نیرو را فقط در یک جهت تغییر می‌دهد. دو برابر کردن تعداد حلقه‌ها و قرقره‌ها نیروی لازم را نصف می‌کند، ولی طناب باید دو برابر بیش‌تر جمع شود.

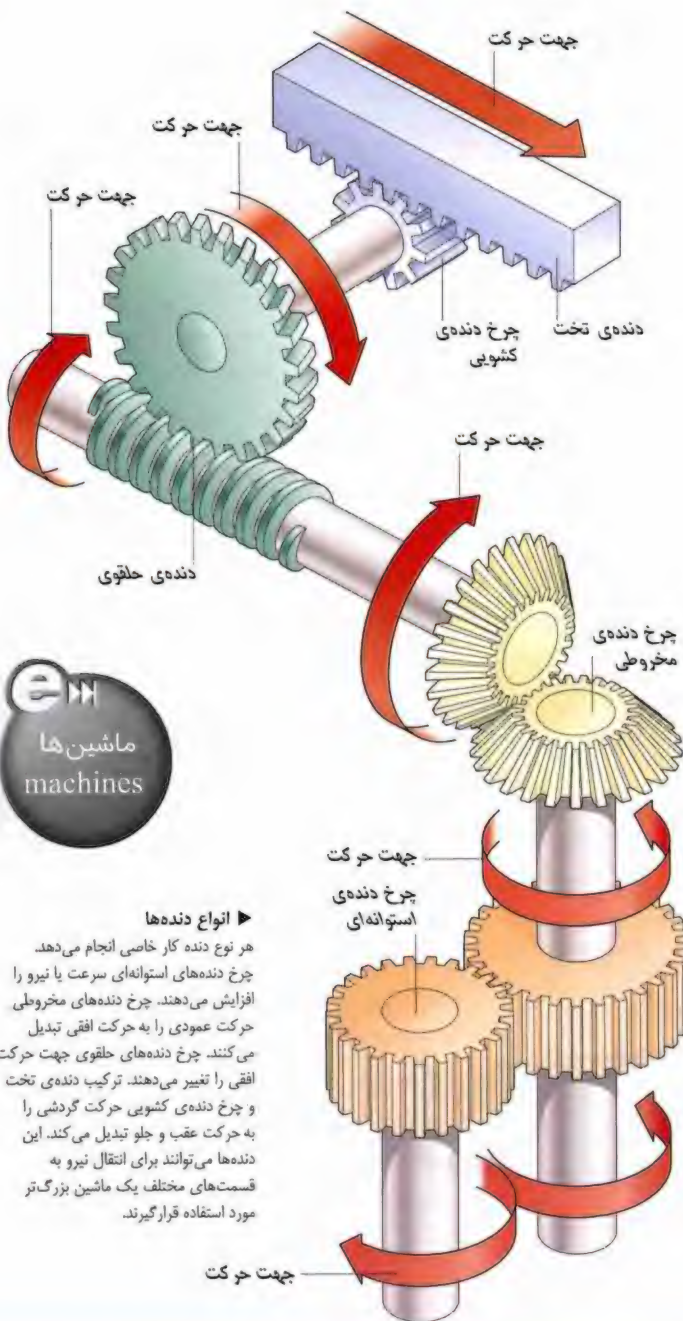


کلید راهنما

- ۱ شش قرقره در سیستم قرقره و طناب بالایی جرثقیل
- ۲ کابل بین قرقره‌ها در شش حلقه به دور آن‌ها پیچیده شده است
- ۳ شش قرقره در مجموعه‌ی پایینی
- ۴ بار سنگین به آرامی و با پیچیده شدن کابل به دور قرقره‌ها بالا برده می‌شود

دنده‌ها جفت-چرخ‌هایی هستند که دندانه‌هایشان در یکدیگر درگیر شده و با هم می‌چرخند. دنده‌ها هم ماشین هستند زیرا نیروی چرخش یا سرعت را افزایش می‌دهند. اگر دنده‌ای دنده‌ی دیگری را که دندانه‌های بیش‌تری دارد بچرخاند، چرخ‌ی که دندانه‌های بیش‌تری دارد آهسته‌تر اما نسبت به چرخ دیگر با نیروی بیش‌تری می‌چرخد. اگر یک چرخ دنده، چرخ دنده‌ای با دندانه‌های کم‌تر را بچرخاند، چرخ دنده‌ای که دندانه‌ی کم‌تر دارد با نیروی کم‌تر ولی سرعت بیش‌تر می‌چرخد.

پیچ ساده‌ای که دو قطعه چوب را به یکدیگر متصل می‌کند نوعی ماشین است. شیار (رزوه) مارپیچ تلاش لازم برای فرو بردن پیچ در چوب را کاهش می‌دهد. پیچاندن پیچ مانند هل دادن چیزی به سمت بالای یک شیب مارپیچ است که نیروی کم‌تری از تلاش برای بلند کردن و حمل آن در خط مستقیم نیاز دارد. نیروی لازم را کاهش می‌دهد اما نیرو باید در مسافتی طولانی‌تر و برای مدتی طولانی‌تر وارد شود.



انواع دنده‌ها

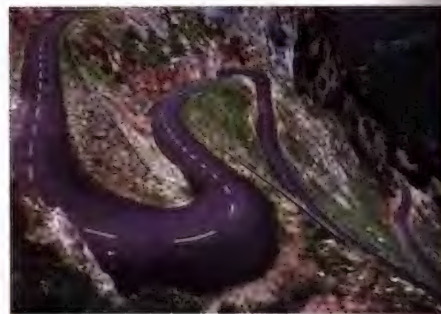
هر نوع دنده کار خاصی انجام می‌دهد. چرخ دنده‌های استوانه‌ای سرعت یا نیرو را افزایش می‌دهند. چرخ دنده‌های مخروطی حرکت عمودی را به حرکت افقی تبدیل می‌کنند. چرخ دنده‌های حلقوی جهت حرکت افقی را تغییر می‌دهند. ترکیب دنده‌ی تخت و چرخ دنده‌ی کشویی حرکت گردشی را به حرکت عقب و جلو تبدیل می‌کند. این دنده‌ها می‌توانند برای انتقال نیرو به قسمت‌های مختلف یک ماشین بزرگ‌تر مورد استفاده قرار گیرند.

پیچ گوه‌شکل یا نیرویی اندک ولی رو به پایین می‌چرخد

فرو کردن پیچ در چوب

وقتی سر پیچ را می‌چرخانید شیار بلند و مارپیچ نوک و بدنه‌ی آن پیچ را به داخل چوب می‌کشاند. با وجودی که با پیچ گوه‌شکل سر پیچ را بارها می‌چرخانید اما پیچ فقط مسافت کمی را در چوب فرو می‌رود، اما نیروی نگهدارنده‌ای که به وجود می‌آید بسیار بالا است.

چرخش‌های فراوان پیچ را با نیروی بزرگ در مسافتی کوتاه به داخل چوب می‌راند



جاده‌ی کوهستانی

صفحه یا جاده‌ی شیب‌دار بالا بردن اشیاء را آسان‌تر می‌کند. هرچه مسافت جابه‌جایی بین دو نقطه‌ی غیر هم سطح بیش‌تر باشد حمل بار آسان‌تر است. برای بالا بردن اتومبیل از شیب تند تپه به نیروی موتور بسیار عظیمی نیاز است. اما اگر اتومبیل در یک جاده‌ی مارپیچ با شیب کم‌تر به بالا برود، مسافت بیش‌تری را برای رسیدن به مقصد طی می‌کند اما موتور نیازی ندارد که از نیروی بالایی استفاده کند. به این ترتیب، جاده همچون رزوه‌ی مارپیچی عمل می‌کند که در حال باز شدن است.



بسیاری از ماشین‌های جدید، از موتورسیکلت تا هواپیمای جت، به وسیله‌ی موتور حرکت می‌کنند. موتور ماشینی است که سوخت را به حرکت تبدیل می‌کند. ترکیب سوخت می‌سوزد و انرژی گرمایی تولید می‌کنند. گرما به نیروی مکانیکی تبدیل می‌شود. در موتور یک اتومبیل یا موتورسیکلت، نیرو از پیستون‌ها و سیلندرها به دست می‌آید. در یک هواپیمای جت نیروی حرکت از گازهای داغی که از یک چرخ در حال گردش به نام توربین می‌گذرند تأمین می‌شوند. موتورهای گازهای ناخواسته‌ی مختلفی هم ایجاد می‌کنند که موجب آلودگی می‌شود.

درون موتور یک اتومبیل

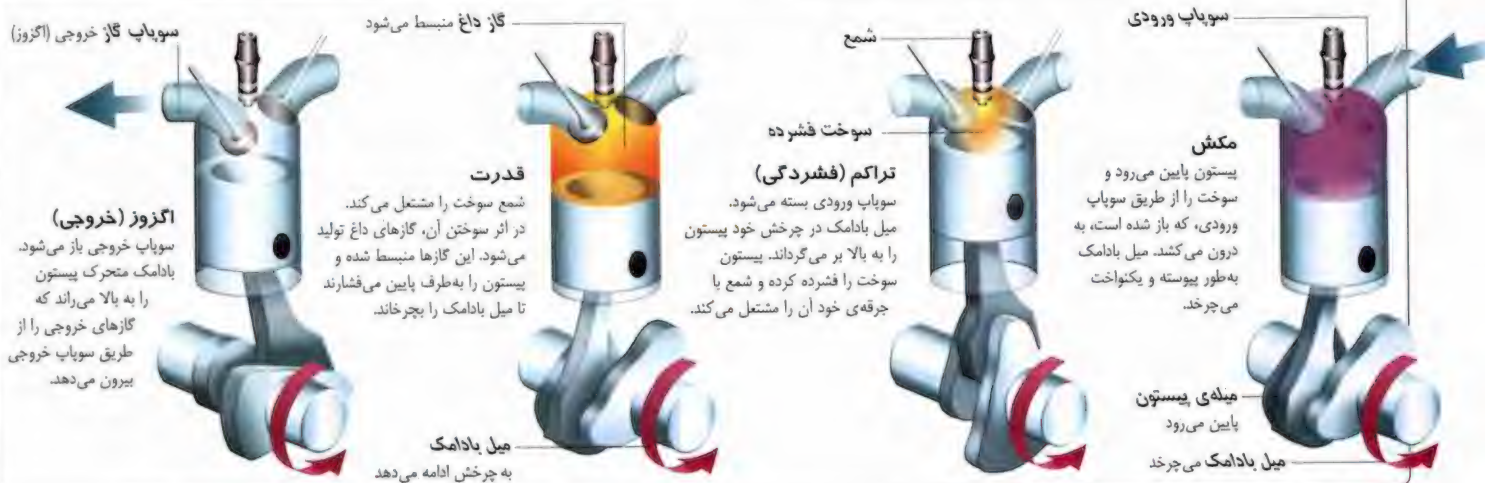
موتور اتومبیل انرژی خود را از مخلوطی که در داخل محفظه‌های بسته‌ای به نام سیلندر می‌سوزد به دست می‌آورد. وقتی مخلوط می‌سوزد گازهای داغی ایجاد می‌شود که پیستون‌ها را به پایین می‌رانند. با پایین رفتن پیستون‌ها، میله‌ای به نام میل بادامک می‌چرخد که در نهایت چرخ‌های اتومبیل را به چرخش وا می‌دارد. این موتور چهار سیلندر دارد. هر سیلندر در زمانی اندک متفاوت با سیلندر قبلی نیرو ایجاد می‌کند تا چرخش میل بادامک یکنواخت باشد.



کلید راهنما

- ۱ سیلندر، که سوخت در آن می‌سوزد تا انرژی تولید شود
- ۲ پیستون سوخت را فشرده می‌کند تا شمع آن را مشتعل سازد
- ۳ میله‌ی پیستون بالا و پایین می‌رود تا میل بادامک زیرین را بچرخاند
- ۴ خروجی، که گازهای سوخت (اگزوز) را بیرون می‌دهد

چرخه‌ی چهار ضربه‌ای



توربین‌ها

توربین‌ها ماشین‌هایی هستند که انرژی مایعات یا گازهای متحرک را می‌گیرند و به انرژی دیگری تبدیل می‌کنند. آسیاب‌های بادی و آبی اولین توربین‌هایی بودند که بشر ساخت. پروانه‌ها و پره‌های آن‌ها قدرت را از حرکت باد و آب دریافت می‌کردند. توربین‌ها امروزی نیز از اهمیت بالایی برخوردارند و در نیروگاه‌ها و موتورهای جت از آن‌ها استفاده می‌شود.



موتور توربوجت
موتور هواپیمای جت یک یا چند مکند - دمنده‌ی بزرگ در جلو دارد. این مکند - دمنده‌ها هوا را با سوخت مخلوط کرده و فشرده می‌سازند. سوخت فشرده در محفظه‌ی احتراق مشتعل می‌شود، می‌سوزد و گازهای داغ تولید می‌کند. با انبساط گازهای داغ، توربینی که مکند - دمنده‌ها را می‌چرخاند به حرکت درمی‌آید. نیروی ناشی از عبور گازهای داغ به سمت عقب هواپیما را به جلو می‌راند.

وسایل نقلیه‌ی جاده‌ای

وسایل نقلیه با استفاده از انواع موتورهای مردم و بار را از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر می‌برند. بیش‌تر اتومبیل‌ها و موتورسیکلت‌ها موتور بنزینی دارند، اما کامیون‌ها موتورهای دیزلی بزرگ‌تر دارند. موتور دیزل نیروی بیش‌تری نسبت به موتور بنزینی تولید می‌کند. زیرا هوا و سوخت را بیش‌تر فشرده می‌کند. موتورهای بنزینی و دیزلی (گازوئیلی) آلودگی بسیار تولید می‌کنند، اتومبیل‌های الکتریکی (برقی) کم‌تر آلاینده‌اند



بار سنگین مایع یا گاز با تانکر حمل می‌شود

چرخ‌های بزرگ

به پخش بار سنگین کمک می‌کنند

قسمت جلوی کامیون
شکل آئرودینامیکی دارد تا
مقاومت هوا کاهش یابد

▲ تانکر دیزلی

کامیون‌ها موتورهای بزرگ گازوئیلی دارند که قدرت بیش‌تری نسبت به موتور بنزینی اتومبیل تولید می‌کند، ولی سوخت بیش‌تری هم مصرف می‌کند و آلودگی بیش‌تری نیز به‌جا می‌گذارد. کامیون سنگین‌تر از اتومبیل است و نسبت به اتومبیلی که با همان سرعت حرکت می‌کند با نیروی بیش‌تری پیش می‌رود. به همین دلیل است که کامیون‌ها به ترمزهای نیرومندتری نسبت به اتومبیل‌ها نیاز دارند و مسافت بیش‌تری را تا توقف کامل طی می‌کنند.

صفحه‌های خورشیدی

انرژی نور خورشید را به الکتریسته تبدیل می‌کنند تا موتور الکتریکی را به حرکت آورد



▲ اتومبیل خورشیدی

نوناودو، سریع‌ترین اتومبیل خورشیدی، حداکثر با سرعت ۱۶۰ کیلومتر در ساعت حرکت می‌کند. این اتومبیل از پلاستیک ساخته شده و مجهز به صفحات خورشیدی است. این صفحات انرژی نور خورشید را به الکتریسته تبدیل کرده و در باتری‌هایی ذخیره می‌کنند تا اتومبیل بتواند در سایه نیز حرکت کند. بدنه، صفحه‌های خورشیدی، و باتری‌ها اساساً برای سفته‌های فضایی طراحی شده بودند.

► اتومبیل‌های دوگانه‌سوز بنزینی - الکتریکی

موتورهای بنزینی برای رانندگی در سرعت‌های بالا و ثابت در جاده‌ها مناسبند. موتورهای الکتریکی برای رانندگی همراه با توقف‌های فراوان در شهر مناسب‌تر است. آن‌ها نسبت به موتورهای بنزینی سرعت پایین‌تری دارند. اتومبیل‌های دوگانه‌سوز به دو موتور، یکی بنزینی و یکی الکتریکی، مجهزند. راننده می‌تواند بسته به شرایط ترافیک از هر یک از دو موتور که بخواهد استفاده کند.



► موتورهای درون شهری

موتور بنزینی کوچک این موتورسیکلت که در زیر زین قرار دارد نیرو را به چرخ عقب منتقل می‌کند. مجموعه‌ی دنده‌ها سرعت موتور را در سطح صاف و قدرت موتور را در بالا رفتن از شیب‌ها افزایش می‌دهد. دسته‌ی موتور مانند اهرمی عمل می‌کند که چرخ جلو را هدایت می‌کند. سقف موتور راننده را در مقابل هوا و تصادف محافظت می‌کند.



اتومبیل‌های الکتریکی

اتومبیل‌های الکتریکی به‌جای موتور و بنزین از باتری یا سلول‌های سوخت استفاده می‌کنند. باتری‌ها باید مرتب شارژ شوند و اتومبیل فقط تا زمانی کار می‌کند که باتری خالی نشده باشد. باتری‌ها را با دستگاه شارژ پر می‌کنند. اما سلول‌های سوخت به شیوه‌ی دیگری عمل می‌کنند. یک سلول سوخت، مانند یک موتور، سوخت را که معمولاً گاز هیدروژن است به‌طور پیوسته دریافت می‌کند؛ و مثل یک باتری جریان ثابتی از الکتریسته تولید می‌کند که موتور الکتریکی را به حرکت وامی‌دارد.



موتور بنزینی جاده‌ای

موتور و دینام الکتریکی
مورد استفاده در شهرها

نیرو از طریق سیم از باتری
به موتور تغذیه می‌شود

باتری نیرو را از موتور و ترمزها
می‌گیرد و ذخیره می‌کند

وقتی جسمی، مثل قایق یا بالن، در یک ماده‌ی سیال (مایع یا گاز) حرکت می‌کند، باید مقداری از سیال را جابه‌جا کند تا جا برای خودش به‌وجود آید. وزن جسم آن را به‌طرف پایین می‌کشد، اما فشار ماده‌ی سیال که از همه‌طرف بر جسم عمل می‌کند سعی دارد آن را با نیروی کشش رو به بالا به‌سمت بالا بکشانند. اگر نیروی کشش رو به بالا کمتر از وزن جسم باشد، جسم غرق می‌شود؛ اما اگر نیروی کشش رو به بالا مساوی یا بیش‌تر از وزن باشد، جسم شناور می‌ماند.

▶ بالن در حال شناوری

هوای داغ تراکم (چگالی) کم‌تری از هوای خنک‌تر دارد؛ بنابراین هوای داغ موجود در بالن وزن کم‌تری از همان حجم هوای خنک دارد. وزن بالن آن را به‌پایین می‌کشاند اما هوای اطراف بالن با نیروی کشش رو به بالا آن را به بالا هل می‌دهد. اگر نیروی کشش رو به بالا برابر یا بزرگ‌تر از مجموع وزن بالن (سبد و محفظه‌ی هوای گرم) باشد، بالن شناور می‌ماند.



◀ کشتی در حال شناوری

وقتی قایق یا کشتی در آب شناور می‌شود مقداری از آب را در زیر خود جابه‌جا می‌کند. وزن قایق از بالا بر آب فشار می‌آورد ولی آب نیز با نیرویی رو به بالا به‌نام نیروی شناوری قایق را به‌بالا می‌کشاند. هر چه قایق بزرگ‌تر باشد نیروی شناوری بیش‌تر است. در صورتی که نیروی شناوری برابر یا بزرگ‌تر از وزن قایق یا کشتی باشد، قایق یا کشتی در آب شناور می‌ماند.



ارشمیدس

یونانی، ۲۸۷-۲۱۲ قبل از میلاد
ارشمیدس کشف کرد که یک جسم شناور به‌اندازه‌ی وزن مایع هم حجمش مایع را جابه‌جا می‌کند. افسانه این است که وی در حمام به این نتیجه‌گیری رسید. وقتی او وارد آب شد، مقداری آب به‌بیرون ریخت و او دریافت که وزن این آب برابر است با وزن خود او. این کشف را اصل ارشمیدس می‌نامند.

غرق شدن

همه‌ی چیزها شناور نمی‌مانند. یک قطعه چوب در آب شناور می‌ماند اما قطعه‌ای آهن درست به همان اندازه‌ی قطعه‌ی چوب در آب فرو می‌رود. دلیلش این است که یک قطعه چوب با حجمی معین وزنی کم‌تر از همان حجم آب را دارد و در نتیجه چوب در آب شناور می‌ماند. اما آهن بسیار سنگین‌تر از چوب و آب است. یک قطعه آهن خیلی بیش‌تر از همان حجم آب وزن دارد و در نتیجه، آهن در آب فرو می‌رود.

▶ خط آب (خط پلیمسول)

هر چه بار کشتی بیش‌تر باشد، بیش‌تر در آب فرو می‌رود. کشتی‌ها همچنین بسته به میزان شوری و دمای آب مقادیر مختلفی از آب را جابه‌جا می‌کنند. این جابه‌جایی بسته به اقیانوس و یا دریایی که در آن هستند فرق می‌کند. کشتی‌های بزرگ روی بدنه‌ی خود مقیاسی دارند که به آن خط آب یا خط پلیمسول می‌گویند که نشان می‌دهد آن‌ها در قسمت‌های مختلف جهان تا چه اندازه می‌توانند با امنیت خاطر بار را جابه‌جا کنند.

▶ کیسه‌ی هوا

بعضی ماهی‌ها می‌توانند با استفاده از کیسه‌ی شنا یا کیسه‌ی هوا، خود را در آب بالا یا پایین بیاورند. این کیسه در داخل بدن ماهی قرار دارد و وقتی با گاز پر می‌شود بدن جانور را سبک‌تر می‌کند و در نتیجه به‌سمت بالا می‌آید. وقتی میزان گاز در کیسه‌ی هوا کاهش می‌یابد، بدن ماهی سنگین‌تر می‌شود و در آب فرو می‌رود.



کیسه‌ی هوا به ماهی امکان می‌دهد در سطح آب شناور بماند یا در آب فرو برود



قایق

وزن کشتی در اثر نیروی جاذبه، آن را به پایین می کشاند

قایق ها و کشتی ها با وجودی که شناورند اما به دلیل وزنشان کمی هم در آب فرو می روند. بنابر این وقتی در آب حرکت می کنند با کمی مقاومت یا پسا رو به رو هستند. دماغه ی قایق یا کشتی به شکل V و دارای انحنا است که وقتی قایق سرعت می گیرد کمی از سطح آب بالاتر می آید و به کاهش پسا کمک می کند. قایق ها نیروی رانش را از بادبان، پارو و یا موتوری می گیرند که پروانه ی واقع در عقب کشتی را می چرخاند. این پروانه ها آب را به سمت عقب می رانند و این رانش رو به عقب قایق را به جلو می راند.

▼ هیدروfoil

هیدروfoil قایقی تندرو است که به نظر می رسد تقریباً خارج از آب در حال پرواز است. این قایق بال های کوچک زیر آبی به نام foil دارد که مثل بال های آیروfoil هواپیما عمل می کنند. وقتی قایق سرعت می گیرد این بال ها نیرویی رو به بالا ایجاد می کنند که بدنه ی کشتی را بالا و از آب بیرون می برد. در نتیجه، نیروی پسا کاهش می یابد و کشتی تندتر می رود.



چرخش پروانه قایق را با سرعت بالا پیش می برد

بال های هیدروfoil تنه ی قایق را از آب بیرون می برد

دماغه ی V شکل در سرعت های پایین نیروی پسا را کاهش می دهد

زیردریایی

زیردریایی ها می توانند روی آب شناور بمانند و یا به زیر آب بروند و یا حتی تا بستر دریا فرو روند. آن ها با استفاده از مخازنی که مثل کیسه ی هوای ماهی عمل می کنند به سطح آب می آیند و یا به زیر آب بر می گردند. وقتی این مخازن با آب پر می شوند، زیردریایی پایین می رود. وقتی آن ها را با هوا پر می کنند به سطح آب می آید. زیر دریایی می تواند با تنظیم میزان هوا و آب موجود در مخازن، عمقی را که می خواهد در آن باشد انتخاب کند.



زیردریایی چگونه به زیر آب می رود و به سطح آب برمی گردد

- ۱ مخازن با هوا پر می شوند و زیردریایی بر روی آب شناور می ماند.
- ۲ مخازن باز می شوند و آب دریا وارد می شود و هوا را بیرون می راند و زیردریایی شروع به پایین رفتن می کند.
- ۳ وقتی مخازن با آب پر می شوند زیر دریایی تا بستر دریا پایین می رود.
- ۴ هوای فشرده به درون مخازن رانده می شود و آب را بیرون می راند. زیر دریایی شروع به بالا آمدن می کند.
- ۵ وقتی مخلوط آب و هوا به میزان مناسب رسید، زیردریایی در زیر سطح در عمق مورد نظر شناور می ماند.
- ۶ مخازن با هوای بیرون پر می شوند و زیردریایی دوباره روی آب شناور می شود.

آب جابجا شده توسط سینه ی کشتی در زیر سطح آب کنار زده می شود

نیروی شناوری کشتی را به سمت بالا فشار می دهد و آن را شناور نگه می دارد

پرواز

اجسام برای این که به پرواز درآیند باید بر نیروی جاذبه غلبه کنند تا بتوانند در هوا جابه‌جا شوند. پرندگان و هواپیماها با استفاده از بال‌های آیروفویل، که نیروی رو به بالایی به نام "برآ" تولید می‌کنند، در هوا پرواز می‌کنند. وقتی پرنده‌ها بال می‌زنند نیروی برآیی به‌وجود می‌آید که بدن آن‌ها را به‌جلو می‌راند. هواپیماها این نیروی برآ را با بال‌های آیروفویل خود ایجاد می‌کنند ولی برای جلو رفتن به موتور نیاز دارد.

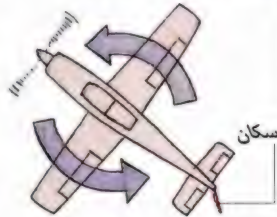
چگونگی کنترل پرواز

خلیان‌ها هواپیما را با استفاده از سکان، مقطع بال و بالابرها کنترل می‌کنند. این‌ها ورقه‌هایی متحرک هستند که روی بال‌ها و دم هواپیما کار گذاشته می‌شوند.



مقطع بال

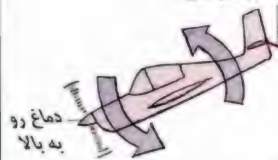
خلیان می‌تواند با استفاده از مقاطع روی بال هواپیما را به پهلو براند یا به اصطلاح غلت بزند. به عنوان مثال، برای حرکت به سمت راست، مقطع سمت راست را بالا و سمت چپ را پایین می‌برد. این امر نیروی "برآ" بر بال چپ را افزایش و نیروی "برآ" بر بال راست را کاهش می‌دهد و هواپیما کمی به راست متمایل شده و به سمت راست می‌پیچد.



سکان

سکان تیغه‌ای عمودی بر روی دم هواپیما است. خلیان با حرکت دادن آن به چپ و راست هواپیما را بدون گچ شدن به چپ یا راست می‌چرخاند.

بالابرها پایین



بالابرها

بالابرها تیغه‌هایی افقی در انتهای دم هواپیما هستند. خلیان برای بالارفتن یا شیرجه‌زدن، با بالا و پایین بردن آن‌ها دم‌ها هواپیما را به بالا یا به پایین می‌برد.

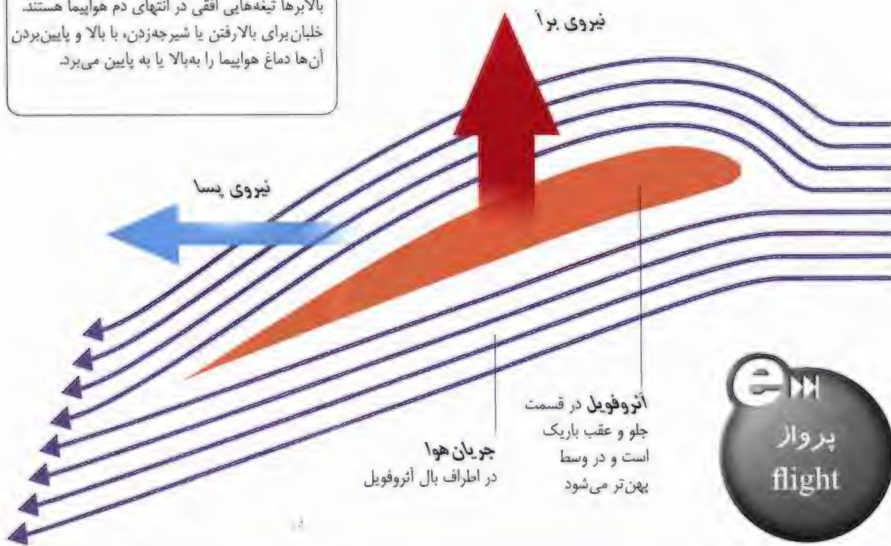


نیروها در یک پرواز

در پرواز هواپیما چهار نیرو نقش دارند. موتور نیرویی به نام رانش ایجاد می‌کند که هواپیما را به جلو می‌راند. مقاومت هوا (پسا) هواپیما را در جهت مخالف می‌کشاند. وقتی هواپیما به جلو حرکت می‌کند بال‌های آیروفویل نیروی برآ را ایجاد می‌کنند. هواپیما برای باقی ماندن در هوا باید آن قدر سریع حرکت کند که نیروی برآ حداقل مساوی وزنش باشد که تحت تأثیر نیروی جاذبه است.

آیروفویل

بال آیروفویل به دلیل شکل قوس‌دار خود نیروی برآ را به‌وجود می‌آورد. با حرکت بال رو به جلو، هوایی که از روی بال می‌گذرد باید سرعتی بیش‌تر از هوایی که از زیر بال می‌گذرد داشته باشد. به این ترتیب فشار هوا در بالای بال کاهش می‌یابد و نیروی رو به بالایی ایجاد می‌شود که وزن هواپیما را خنثی می‌کند. بال آیروفویل همچنین نیروی پسا را به‌وجود می‌آورد که هواپیما را به عقب می‌کشاند.



هواپیماها



دم هواپیما و سکان حرکت جیب و راست هواپیما را کنترل می کنند

صفحه‌ی دم و بالابرها حرکت رو به بالا و پایین هواپیما را کنترل می کنند

هواپیما و هلی کوپتر هر دو جزو وسایل نقلیه‌ی هوایی هستند، که برای بلندشدن از زمین و حرکت در هوا از موتور و بال‌های آئروفویل استفاده می کنند. هواپیما یا از موتور معمولی استفاده می کند که پروانه دارد و یا از موتورجت. موتور جت با مصرف مقدار زیادی سوخت نیروی رانش رو به جلوی عظیمی تولید می کند که هواپیما را با سرعت به جلو می راند. هر چه هواپیما سریع تر حرکت کند نیروی برآیی که بال هایش تولید می کنند بیش تر است.

هواپیما در حال ساخته شدن

هواپیماهای مسافربری می توانند صدها مسافر و مقادیر عظیمی بار را جابه‌جا کنند؛ بنابراین این وزن زیادی دارند برای این که بال‌ها بتوانند بر نیروی جاذبه غلبه کرده و هواپیما را به‌هوا بلند کنند باید بسیار پهن و بزرگ باشند. بال‌های بزرگ آن‌ها همچنین مخازن سوخت را نیز در خود جای می دهند. سوخت مایع مستقیماً به موتورهای جت در زیر بال‌ها تغذیه می شود.

مقاطع بال صفحه‌هایی در قسمت عقب بال‌ها هستند که حول لولا می چرخند

بال که مخازن سوخت در آن قرار دارند

تیغه‌ی باریک و آئروفویل شکل ملخ هوا را می شکافد

موتور نیرومند جت گازهای داغ را به عقب می راند تا هواپیما به جلو حرکت کند

دریچه‌های خروجی برای خروج اضطراری

هلی کوپتر

این وسیله‌ی هوایی با استفاده از پروانه یا تیغه‌ی چرخنده‌ای در بالای خود از زمین بلند می شود و در هوا به جلو، عقب یا به پهلوها حرکت می کند. روتور - یا تیغه‌ی چرخنده - چند تیغه به شکل آئروفویل دارد که با چرخش خود نیروی برآ را به وجود می آورند که وزن هلی کوپتر را خنثی کرده و آن را از زمین بلند می کند. خلبان برای حرکت رو به جلو، عقب و یا از پهلوها تیغه‌های روتور را در راستای مورد نظرش کمی کج می کند.

کابین خلبان شامل تمام سیستم‌های کنترل هواپیما است

هلی کوپتر در حال توقف در هوا

هلی کوپتر می تواند بدون حرکت رو به جلو در هوا متوقف بماند. در این حالت نیروی برای حاصل از چرخش روتور دقیقاً با وزن سفینه مساوی و در جهت مخالف آن است. هواپیماها قادرند با سرعتی ثابت در یک ارتفاع معین پرواز کنند اما نمی توانند در هوا متوقف بمانند. برای این که نیروی برآ جهت حفظ آن‌ها در هوا ایجاد شود هواپیما باید همواره رو به جلو حرکت کند.

نیروی برآ

تیغه یا پروانه

ملخ دم که مانع می شود هلی کوپتر به دور خود بچرخد

نیروی جاذبه

مخروط دماغ که برای کاهش پسا به شکل گلوله ساخته می شود

امواج انرژی

بعضی انواع انرژی به صورت موج حرکت می کنند. امواج صوت که صداها را در هوا به گوش ما می رسانند و **امواج لرزه ای** که در زمین حرکت کرده و باعث زلزله می شوند از آن جمله اند. انرژی نوری، گرمایی، رادیویی و مانند آن توسط انواع مختلف موج ها در **طیف الکترومغناطیس** حمل می شوند. بعضی امواج انرژی به واسطه هایی مثل آب یا هوا نیاز دارند تا بتوانند در آن حرکت کنند. واسطه برای حمل انرژی به صورت موج جابه جا می شود ولی همراه با موج حرکت نمی کند.

امواج اقیانوسی

وقتی یک موج اقیانوسی به ساحل می خورد مقدار زیادی انرژی آزاد می کند. امواج اقیانوسی امواجی خمشی هستند که مقادیر زیادی انرژی را بر روی سطح دریا جابه جا می کنند. یک موج با ارتفاع ۳ متر آن قدر انرژی با خود دارد که بتواند ۱۰۰۰ لامپ را با هر یک متر ارتفاع خود روشن کند.



هاینریش هرتس

آلمانی، ۱۸۵۷-۱۸۹۴

هاینریش هرتس در ۱۸۸۷ اولین فیزیکدانی بود که ثابت کرد انرژی الکترومغناطیسی بین دو نقطه حرکت می کند. این کشف بسیار مهم منجر به اختراع رادیو و تلویزیون شد. هرتس زنده نماند تا این اختراعات را ببیند او در ۱۸۹۴ در ۳۶ سالگی درگذشت.



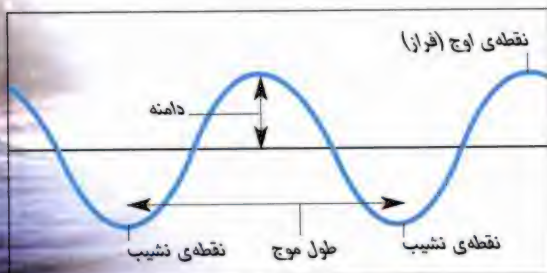
▲ موج طولی

فرض کنید یک انتهای فتری را ثابت قرار داده و انتهای دیگر را عقب و جلو می کنید. بعضی قسمت های فتر، موسوم به تراکم ها، به سمت یکدیگر جمع می شوند و بعضی قسمت های دیگر از هم باز می شوند. نقاطی که دستخوش تراکم یا کاهش فشار شده اند در طول فتر انرژی را با خود حمل می کنند. این نوع موج را موج طولی یا موج تراکمی می گویند.



▲ موج خمشی

انتهای یک فتر را به دیوار ثابت کنید و انتهای دیگر آن را به بالا و پایین حرکت دهید. انرژی در طول فتر به صورت امواجی سینوسی حرکت می کند، به گونه ای که جهت رو به جلوی انرژی نسبت به حرکت بالا و پایین فتر زاویه ای قائمه می سازد. این نوع موج را موج خمشی می گویند.



▲ اندازه گیری امواج

امواج سه مؤلفه ی مهم دارند: دامنه، فاصله ی نقطه ی اوج یا نشیب تا خط صفر است؛ طول موج، فاصله ی بین دو نقطه ی اوج یا دو نقطه ی نشیب است؛ و فرکانس، تعداد موج هایی است که در هر ثانیه تولید می شود. دامنه و طول موج را با واحد متر اندازه می گیرند و واحد اندازه گیری فرکانس یا پسامد "هرتز" است. یک هرتز برابر است با تعداد موج ها در ثانیه.



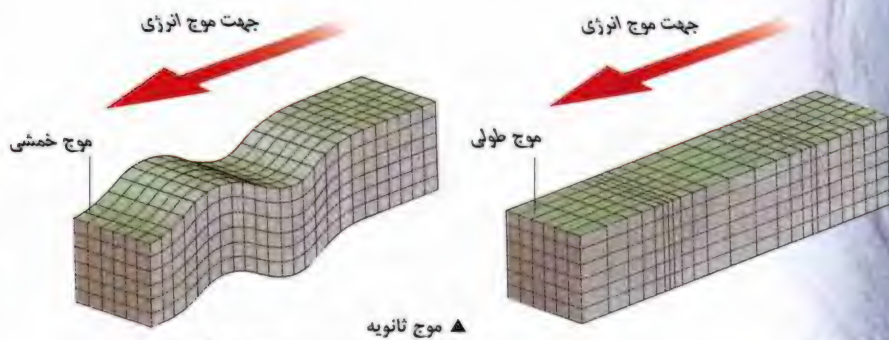
رادیو، تلویزیون، تلفن‌های همراه و رادار از سیگنال‌هایی با ماهیت امواج الکترومغناطیسی استفاده می‌کنند. این‌ها امواجی هستند که انرژی را به صورت الکترومغناطیسی یا مغناطیس با سرعت نور جابه‌جا می‌کنند. نوری که قادر به دیدن آن هستیم نیز یک موج الکترومغناطیسی است، اما دیگر انواع موج الکترومغناطیسی نامرئی هستند. انواع مختلف موج الکترومغناطیسی فرکانس‌ها و طول موج‌های مختلف دارند. مجموعه‌ی آن‌ها طیف الکترومغناطیس را تشکیل می‌دهند.



- ▲ امواج رادیویی**
 امواج رادیویی بلندترین طول موج‌ها را در طیف دارند. آن‌ها سیگنال‌های رادیویی و تلویزیونی را به سراسر جهان می‌رسانند. تلسکوپ‌های رادیویی امواج رادیویی فضا را دریافت می‌کنند که برای مطالعه‌ی کیهان مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- ▲ رادار**
 رادار وسیله‌ای برای تعیین موقعیت هواپیماها و کشتی‌ها است که از نوعی موج رادیویی به نام مایکروویو یا ریزموج استفاده می‌کند. این امواج طول موجی بلندتر از نور مرئی دارند. یکی دیگر از موارد استفاده‌ی آن‌ها کاربردشان در آشپزی است.
- ▲ پرتوهای فروسرخ**
 پرتوهای فروسرخ امواجی بلندتر از نور سرخ مرئی می‌باشند. با وجودی که آن‌ها را نمی‌بینیم ولی گرمایش را حس می‌کنیم. وقتی انرژی گرمایی در اثر تابش منتقل می‌شود توسط امواج فروسرخ حمل می‌گردد.
- ▲ پرتوهای فرابنفش**
 این امواج نامرئی کمی کوتاه‌تر از نور بنفش مرئی بوده و انرژی بالایی حمل می‌کنند. برای جلوگیری از آسیب به چشم‌ها و پوست پر اثر پرتوهای فرابنفش از عینک آفتابی و کلاه لبه دار استفاده می‌کنیم.
- ▲ پرتوهای ایکس**
 پرتوهای ایکس امواجی با انرژی بالا هستند که از گوشت می‌گذرند اما از استخوان عبور نمی‌کنند. در پزشکی از پرتوهای ایکس برای بررسی آسیب دیدگی استخوان‌ها استفاده می‌شود. پرتوهای ایکس در مقادیر بالا برای انسان زیان‌بارند.
- ▲ پرتوهای گاما**
 این پرتوها توسط رادیواکتیو تولید می‌شوند و طول موجی بسیار کوتاه و فرکانس بالا دارند و مقادیر زیادی انرژی با خود حمل می‌کنند. آن‌ها بسیار زیان‌بارند و می‌توانند موجب سرطان در انسان و جانوران شوند.

امواج لرزه‌ای

وقتی انرژی ذخیره شده در صخره‌های اعماق زمین ناگهان آزاد می‌شود، به صورت امواج بزرگ زلزله‌ای به سطح زمین می‌رسد. این امواج در قسمت‌های ضعیف شده‌ی پوسته‌ی زمین، به نام گسل، حرکت می‌کند و تکان‌های شدیدی را به وجود می‌آورد. زلزله‌های بزرگ می‌توانند به اندازه‌ی یک بمب اتمی کوچک انرژی آزاد کنند.



▲ زلزله
 همه ساله بیش از ده‌هزار نفر در سراسر جهان در اثر زلزله جان می‌بازند. این زلزله در سال ۱۹۸۵ در مکزیکوستی رخ داد و یکی از بزرگ‌ترین زلزله‌های تاریخ بوده است. امروزه بسیاری از شهرها ساختمان‌هایی دارند که انرژی موجود در امواج لرزه‌ای را جذب می‌کنند. این ساختمان‌ها هر چند می‌لرزند اما فرو نمی‌ریزند.

▲ موج ثانویه
 پس از امواج اولیه امواج خمشی ثانویه‌ای که آن‌ها را امواج ثانویه یا امواج S می‌گویند به وجود می‌آید. این امواج در همان حال که به جلو می‌روند صخره‌ها و ساختمان‌ها را به بالا و پایین و یا چپ و راست می‌لرزاند که یک حرکت خمشی یا پیچشی به وجود می‌آید. امواج ثانویه نیز در داخل زمین جابه‌جا می‌شوند اما سرعت آن‌ها تقریباً نصف سرعت امواج اولیه است.

▲ موج اولیه
 بعضی امواج لرزه‌ای طولی یا تراکمی هستند که آن‌ها را موج اولیه یا موج P می‌گویند. این امواج با عقب و جلو بردن ساختمان‌ها در جهتی که موج حرکت می‌کند خسارت به بار می‌آورند. امواج اولیه با سرعتی حدود ۲۵ هزار کیلومتر در ساعت در داخل زمین حرکت می‌کنند.



▲ نمودار صدای انسان

صدای انسان الگویی از امواج صوتی می‌سازد که به آن نمودار صدا می‌گویند. این الگو می‌تواند روی صفحه‌ی یک اسیلوسکوپ نشان داده شود. هرکس به شیوه‌ای اندک متفاوت از دیگری حرف می‌زند؛ بنابراین این نمودار صدای هرکس مختص خود اوست - مثل اثر انگشت. نوار ضبط شده‌ی صدا را می‌توان تجزیه و تحلیل کرد و گوینده را با مقایسه‌ی صدایش با الگوی صدای وی شناسایی نمود.



▲ صحبت کردن در فضا

فضانوردان نمی‌توانند در فضا مانند زمین صحبت کنند و هر چه فریاد هم بکشند صدایشان به یکدیگر نمی‌رسد چون در فضا هوایی وجود ندارد و در نتیجه امواج صوتی نمی‌توانند منتقل شوند. در این فضای کاملاً ساکت، فضانوردان مجبورند برای صحبت با یکدیگر از رادیو و میکروفون‌های نصب شده در کلاه‌های فضایی خود استفاده کنند.

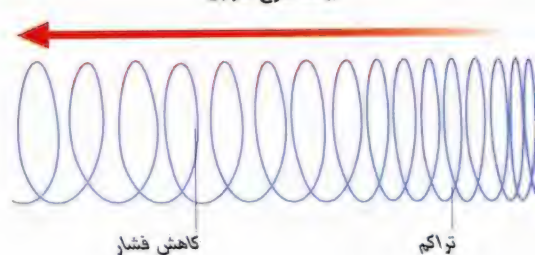
صوت

تصورش را کرده‌اید که جهان بدون صدا چگونه می‌بود؟ سکوت کامل شاید آرامش به نظر رسد اما در آن صورت حرف و کلام، موسیقی و یا آواز پرنده هم وجود نداشت. صوت نوعی انرژی است که وقتی اشیاء ارتعاش می‌یابند به وجود می‌آید. انرژی به صورت امواج صوتی با سرعت بالا در هوا، آب و یا مواد دیگر حرکت می‌کند. وقتی امواج صوتی به ما می‌رسند باعث می‌شوند پرده‌ی گوش ما به ارتعاش درآید. مغز ما این ارتعاشات را به شکل صداهایی که تولید شده تشخیص می‌دهد.

► موج صوتی

انرژی صوتی به صورت موج در هوا حرکت می‌کند. وقتی ساعت شما طبله‌دار زنگ می‌زند ملکول‌های هوای اطراف آن به ارتعاش در می‌آید. ملکول‌های هوا می‌لرزند و ملکول‌های کناری خود را به ارتعاش وا می‌دارند و یک موج انرژی به وجود می‌آید که از ساعت به اطراف حرکت می‌کند. موج صوت در یک الگوی تراکم‌ها (جاهایی که ملکول‌های هوا به یکدیگر فشرده شده‌اند) و افت فشارها (جاهایی که ملکول‌های هوا از هم دور شده‌اند) حرکت می‌کند.

جهت موج انرژی



▼ موج ساز

وقتی زنگ ساعت به صدا در می‌آید ارتعاشات از زنگ در داخل ساعت امواج صوتی را به وجود می‌آورند که از طریق هوا منتقل می‌شوند و به گوش ما می‌رسند. اگر هوا وجود نداشت چیزی هم برای انتقال امواج صوتی وجود نداشت و ما نمی‌توانستیم صدای ساعت را بشنویم. صوت برای انتقال همواره به نوعی واسطه مثل هوا، آب، چوب یا فلز، نیاز دارد.

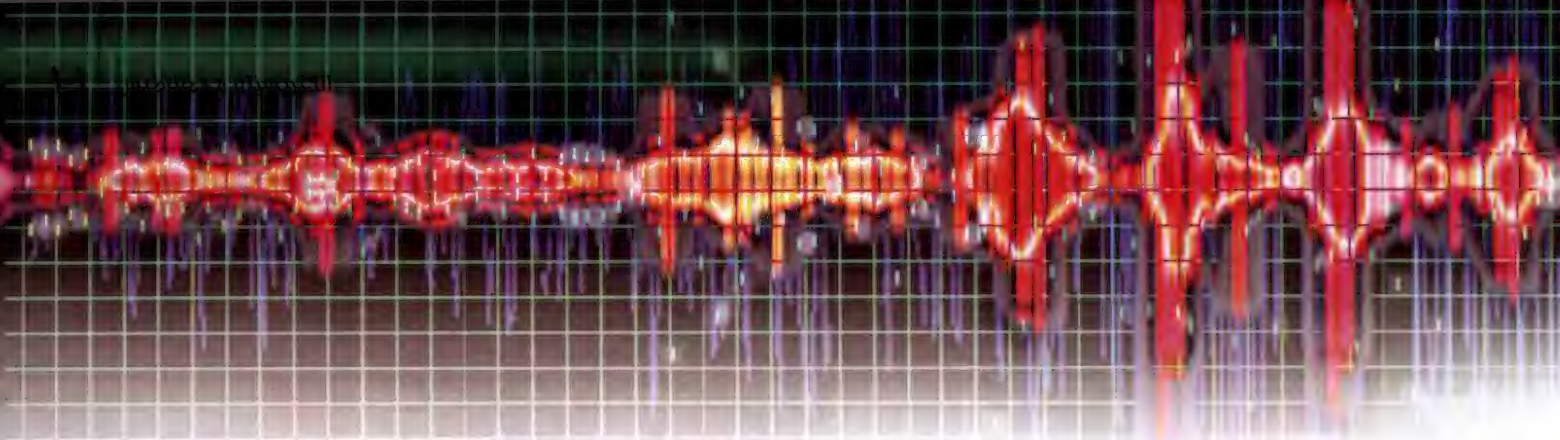
زنگ ساعت امواجی را به وجود می‌آورد که در تمام جهات به حرکت در می‌آید

گوش بیرونی بزرگ صداهای دور دست را به سمت پرده‌ی گوش هدایت می‌کند

◀ گوش‌های حساس

جانورانی چون خرگوش دارای گوش بیرونی بزرگ هستند که به آن‌ها کمک می‌کند امواج صوتی را به خوبی دریافت کنند. گوش این جانور می‌تواند به سمت منبع صدا بچرخد. امواج صوتی در داخل سر و در قسمت دیگری از گوش به سیگنال‌هایی تبدیل می‌شوند که مغز قادر به درک آن باشد. بدون گوش نمی‌توانستیم از صداهای لذت ببریم.





سرعت صوت

صوت در بعضی مواد سریع‌تر از بعضی دیگر حرکت می‌کند. سرعت صوت در هوا در دمای صفر درجه سانتیگراد تقریباً ۱۱۹۰ کیلومتر در ساعت است (۳۳۰ متر در ثانیه) است. صوت در هوای گرم‌تر سریع‌تر حرکت می‌کند. مواد سنگین و متراکم که ملکول‌هایشان به یکدیگر نزدیک هستند صوت را سریع‌تر از مواد سبک‌تر عبور می‌دهند.

سرعت مافوق صوت هواپیما را قادر می‌سازد پیشاپیش امواج صوتی خود حرکت کند

وقتی هواپیما به امواج صوتی خود می‌رسد صدای بلندی همچون صدای انفجار رخ می‌دهد

وقتی هواپیما کندتر از سرعت صوت حرکت کند، امواج صوتی پیشاپیش هواپیما حرکت می‌کنند



▲ سریع‌تر از صوت

حرکت با سرعتی فراتر از سرعت صوت هواپیما را پیشاپیش امواج صوتی خود قرار می‌دهد. اگر به هواپیمایی که با سرعت مافوق صوت حرکت می‌کند نگاه کنید به نظر تان می‌رسد که صدا از منبعی واقع در پشت سر هواپیما صادر می‌شود. امواج صوتی زمانی به شما می‌رسند که هواپیما از محل صدور آن‌ها گذشته است.

▲ در سرعت صوت

وقتی هواپیما به سرعت صوت می‌رسد (که گاه به آن دیوار صوتی می‌گویند) با امواج صوتی خود برخورد می‌کند. این امواج در نوک هواپیما به یکدیگر فشرده می‌شوند و صدای انفجاری بلندی به وجود می‌آید که به آن شکستن دیوار صوتی می‌گویند. این صدا از زمین به صورت صدایی رعد مانند شنیده می‌شود که به نظر می‌رسد کنار گوش شنونده به وجود آمده است.

▲ کندتر از صدا

موتور هواپیما امواج صوتی در جهت‌های مختلف ارسال می‌کند. وقتی هواپیما با سرعتی پایین‌تر از سرعت صوت پرواز می‌کند، امواج صوتی پیشاپیش آن قرار می‌گیرند. اگر به هواپیمایی که با چنین سرعتی پرواز می‌کند نگاه کنید به نظر تان می‌رسد که صدا از خود هواپیما خارج می‌شود.

▲ صدای نهنگ‌ها

نهنگ‌ها با ایجاد صداهایی خاص با فرکانس پایین یا یکدیگر گفتگو می‌کنند. امواج صوتی می‌توانند در فاصله‌های زیاد در آب حرکت کنند و صداهایی که نهنگ‌ها نیز می‌سازند می‌تواند صداهای و حتی هزاران کیلومتر در اقیانوس‌ها منتقل شود. اما دلفین‌ها با ایجاد صداهایی با فرکانس‌های بالاتر فقط قادرند در فاصله‌های کوتاه یا هم صحبت کنند.



بلندی صدا

بعضی صداها چنان بلند هستند که گوش ما از شنیدن آن‌ها آزاده می‌شود و بعضی دیگر آن قدر کوتاه هستند که ممکن است به‌سختی شنیده شوند. چیزهایی که ارتعاشات بالا دارند، مثل موتور اتومبیل، می‌توانند صداها را بلند ایجاد کنند؛ زیرا امواج صوتی آن‌ها انرژی بیش‌تری را با خود حمل می‌کند. میزان انرژی حمل شده توسط یک موج صوتی را شدت صوت می‌گویند. گوش‌های ما امواج صوتی با شدت بالا را بلندتر می‌شنوند. بلندی صدا با واحد دسیبل (dB) اندازه‌گیری می‌شود.

موسیقی راک

صدای بلند و تقویت‌شده موسیقی راک می‌تواند برای گوش‌های ما آزار دهنده باشد. این صدا می‌تواند تا شدت ۱۲۰-۱۴۰ دسیبل هم برسد که به اندازه‌ای بلند است که می‌تواند باعث آسیب موقت یا دائمی به شنوایی ما باشد. صدایی با شدت شنوایی ۱۴۰ دسیبل حدود ۱۰۰ هزار میلیون برابر بلندتر از صدای سقوط برگ‌ها است. صدا در حدود ۱۲۰-۱۴۰ دسیبل شروع به دردناک شدن برای گوش‌ها می‌کند.



▲ دامنه

وقتی چیزی ارتعاش می‌کند و صدایی تولید می‌نماید، امواج صوتی حاصل از آن در طول حرکت بالا و پایین می‌روند. صداها را بلند توسط امواجی حمل می‌شوند که دامنه‌ی بلندتری دارند و هر چه دامنه‌ی موج صدا بلندتر باشد گوش‌های ما آن را بلندتر می‌شنوند.

► گوشی فیلترکننده‌ی صدا

خلبان‌ها برای کاهش هوشی موتور هواپیما از گوشی‌های مخصوصی استفاده می‌کنند. هر گوشی میکروفونی دارد که صداها را چندین بار در هر ثانیه بررسی می‌کند و صداها را ناخواسته را جدا می‌سازد. مدار الکترونیکی درون گوشی امواجی دقیقاً مخالف آن صداها تولید می‌کند. وقتی این دو موج با یکدیگر برخورد می‌کنند همدیگر را خنثی نموده و خلبان را از شنیدن آن خلاص می‌کنند.



► مقیاس دسیبل

بلندی صدا را با مقیاس دسیبل اندازه می‌گیرند. پایین‌ترین صدایی که گوش‌های ما قادر به دریافت آن هستند صفر دسیبل است، اما حتی صدای ملایم سقوط برگ نیز ده بار بلندتر از این صدا است. ترافیک یک جاده‌ی شلوغ صدایی حدود ۷۰-۹۰ دسیبل ایجاد می‌کند، که حدود یک میلیون برابر شدیدتر از صدای سقوط برگ‌ها است. صدای ناشی از پرتاب موشک که تا ۱۹۰ دسیبل می‌رسد به اندازه‌ای بلند است که می‌تواند آسیبی دائمی به شنوایی انسان برساند.



پرش از سکوی شاتل
dB ۱۵۰-۱۹۰



اره‌ی گرد
dB ۱۰۰



ترافیک
dB ۷۰-۹۰



آواز پرندگان
dB ۳۰-۵۰



سقوط برگ
dB ۱۰

تن صدا

صوت می‌تواند تن کوتاه (بم)، مثل صدای هوهوی یک کامیون بزرگ، و یا تن بلند (زیر)، مثل صدای سوت، باشد. تن صدا یا پرده‌ی صدا بستگی به فرکانس (بسامد) امواج آن دارد. کلیدهای پیانوت‌هایی را به‌وجود می‌آورند که تن آن‌ها از چپ به راست افزایش می‌یابد. گوش انسان تفاوت تن صداها را تشخیص می‌دهد ولی صداهایی وجود دارند که گوش‌های ما قادر به شنیدن آن‌ها نیستند. ما نمی‌توانیم صداهایی با تن بسیار کوتاه را که مادون صوت یا فروصوت نامیده می‌شوند و یا صداهایی با تن بسیار بالا را که فراصوت گفته می‌شوند بشنویم.

قدرت شنوایی

خفاش‌ها می‌توانند فرکانس‌های تا ۱۲۰۰۰۰ هرتز را بشنوند. جانوران دیگر صداهایی با این تن بالا را نمی‌شنوند. موش‌ها تا ۱۰۰۰۰۰ هرتز، سگ‌ها تا ۲۵۰۰۰ هرتز و گربه‌ها تا ۲۵۰۰۰ هرتز را می‌شنوند. گوش انسان قادر است صداهایی تا حدود ۱۷۰۰۰ هرتز را شناسایی کند. اما کودکان معمولاً فرکانس‌های بالاتری را نسبت به بزرگسالان می‌شنوند.

موج فرکانس پایین
صدایی با تن کوتاه تولید می‌کند

موج فرکانس بالا صدایی
با تن بلند (پرده) بالا تولید می‌کند



فرکانس (بسامد)

فرکانس و گام دو چیز متفاوت هستند. اجسامی که ارتعاش کنند دارند صدای فرکانس پایین تولید می‌کنند که ما به صورت تن کوتاه (بم) می‌شنویم. چیزهایی که ارتعاش سریع‌تر دارند صدایی با فرکانس بالاتر تولید می‌کنند که گوش‌های ما به صورت تن بلند (زیر) می‌شنوند.

وقتی اتومبیل از ما می‌گذرد
صدا عمیق‌تر می‌شود

امواج صوتی در پشت اتومبیل
بلندتر و صدا کوتاه‌تر می‌شود

در جلوی اتومبیل امواج صوتی
کوتاه‌ترند و صدا بلندتر شنیده می‌شود



اثر داپلر

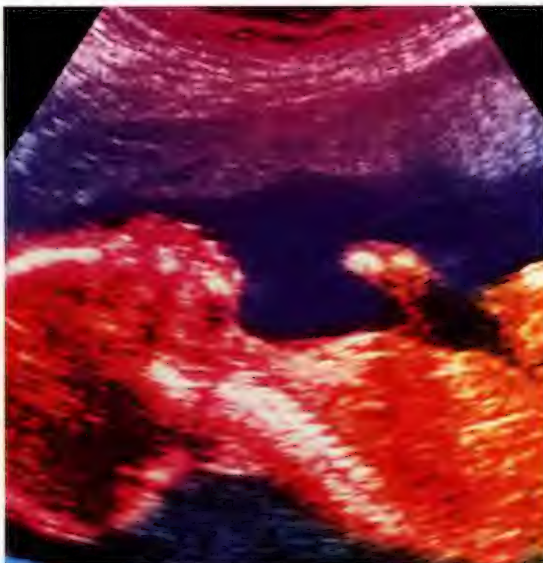
وقتی یک اتومبیل مسابقه به سمت شما می‌آید امواج صوتی موتور آن در هم ادغام می‌شوند که باعث می‌شود امواج کمی سریع‌تر حرکت کنند. وقتی اتومبیل از شما می‌گذرد، امواج صوتی پخش می‌شوند و تن صدا کوتاه‌تر می‌شود. این تغییر تن صدا را اثر دوپلر می‌گویند.

فراصوت

امواج صوتی با فرکانس ۲۰۰۰۰ هرتز یا بالاتر را فراصوت می‌گویند. گوش انسان قادر به شنیدن صداها یا فراصوت نیست اما جانورانی مانند خفاش‌ها، سگ‌ها و نهنگ‌ها به‌آسانی چنین صداهایی را تشخیص می‌دهند. امواج فراصوت که توسط چیزهایی با ارتعاش بسیار بالا تولید می‌شوند موارد استفاده‌ی فراوانی دارند - از مسواک‌هایی که با کمک صوت دندان‌هایتان را تمیز می‌کنند تا راه‌یابی در زیر دریایی.

اسکن با فراصوت

امواج فراصوت یا سونوگرافی به پزشکان امکان می‌دهند سلامتی کودک را در شکم مادر بررسی کنند. امواج صوتی فرکانس بالا به‌درون شکم مادر ارسال می‌شوند و برخی از آن‌ها پس از برخورد به نوزاد به گیرنده باز می‌گردند. پزشکان با کمک رایانه امواج بازتابی را در قالب تصویری از کودک روی صفحه‌ی نمایش بازسازی می‌کنند.



اصوات موسیقایی

موسیقی یکی از افتخارات صوت است. وقتی یک موسیقیدان نتی با یک پرده یا تن مشخص را اجرا می کند، وسیله‌ی موسیقی به ارتعاش در می آید که به اصطلاح آن را رزنانس یا **طنین** می گویند و الگوی پیچیده‌ای از امواج صوتی به وجود می آید که از بسیاری از فرکانس‌های مختلف تشکیل شده است. بارزترین موج صوتی را موج اصلی می گویند. اما موج‌های دیگری با فرکانس‌های بالاتر نیز وجود دارند که آن‌ها را هارمونیک‌ها می گویند.

نت‌های یک فلوت خالص‌تر از نت‌های یک ساکسافون به نظر می آیند زیرا هارمونیک‌های کم‌تری را همراه دارند. وسایل موسیقی اغلب صداهای آرامی می‌سازند اما برخی به گونه‌ای طراحی شده‌اند که صدا را **تقویت** می‌کنند تا آن‌ها را بهتر بشنویم.



دیپازون

ضربه زدن به دوشاخه‌ی فلزی دیپازون، شاخه‌ها را با فرکانسی دقیق به ارتعاش و می‌دارد. این ارتعاشات هوای اطراف را به ارتعاش و می‌دارد و امواج صوتی در قالب یک نت خالص به وجود می‌آید. اگر قاعده‌ی دیپازون مرتعش را روی میز قرار دهیم، میز نیز به ارتعاش درمی‌آید و با تقویت نت، امواج صوتی بلندتری ایجاد می‌شود.



ساز بادی

هنگام نواختن هر نوع ساز بادی، از قبیل نی و فلوت، هوای درون لوله با الگوی پیچیده به ارتعاش درمی‌آید. امواج صوتی از لوله خارج می‌شوند و ما آن‌ها را به صورت نت‌های موسیقایی می‌شنویم. یک فلوت با طول زیاد می‌تواند یک موج صوتی طولانی و یک نت تن پایین ایجاد کند. هرچه طول آن کوتاه‌تر باشد امواج صوتی کوتاه‌تر و نت‌های بالاتر تولید می‌شود. نوازنده با گذاشتن انگشت روی کلیدها طول لوله را تغییر می‌دهد و نت‌هایی با تن‌های مختلف ایجاد می‌کند.

هر چه سوراخ‌های بیشتری بسته شود طول لوله بلندتر و صدا عمیق‌تر می‌شود

موج صوتی تیز که توسط یک ویلون ایجاد شده



ساز زهی

وقتی سیم‌های ویلون یا گیتار به ارتعاش در می‌آیند اصوات موسیقایی تولید می‌شود. اگر سیم ویلون را بکشید و رها کنید و به دقت به آن نگاه کنید می‌بینید که به سرعت در حال ارتعاش است. ارتعاشات در سیم‌ها شروع می‌شوند اما به سرعت محفله چوبی آن را نیز به ارتعاش و می‌دارند. محفله‌ی مرتعش صدا را چند برابر تقویت می‌کند.

هر نت صدایی با یک تن خاص است که با یک حرف نشان داده می‌شود

خط حامل و فاصله‌هایی که نت‌ها را در آن‌ها می‌نویسند

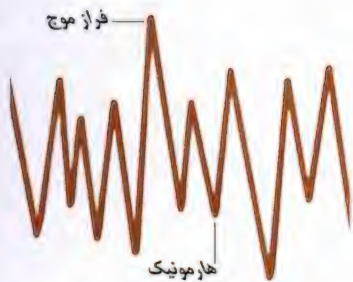


سُل یا علامت کلید موسیقی به خواننده می‌فهماند که گام در حوالی وسط قرار دارد و از نت‌های عمیق و بم تشکیل نشده است

گام موسیقی

موسیقی ترکیب صداهایی با تن یا پرده‌های مختلف است. وقتی اصوات موسیقایی از پرده‌ی پایین تا پرده‌ی بالا مرتب شده باشند تشکیل یک مجموعه نت می‌دهد که می‌توان آن را روی خط حامل نوشت. هر نت دارای پرده‌ی متفاوتی است. با انتخاب نت‌های متفاوت و با تغییر شیوه‌ی افزایش پرده از یک نت تا نت بعدی، می‌توان مجموعه‌های نت متفاوتی ایجاد کرد.

جعبه‌ی توخالی ویولون صداهای تولید شده توسط سیم‌ها را تقویت می‌کند



سُنج

وقتی دو سنج را به هم می‌کوبید، صفحات فلزی به ارتعاش درمی‌آیند و هوای اطراف را به حرکت وامی‌دارند. سنج‌ها به شیوه‌ی پیچیده‌تری از دیپازون مرتعش می‌شوند و صدایی که تولید می‌کنند بیشتر شبیه سر و صدا است تا نت موسیقی. مخلوطی از هارمونیک‌هایی با فرکانس‌های مختلف تولید می‌شود و شکل موج صوتی حاصل پیچیده‌تر و ناهمگون‌تر از موج صوتی دیپازون است.

طنین

طنین یا رزنانس صدایی است که توسط یک شیء مرتعش ایجاد می‌شود. اگر با چنگال به لبه‌ی یک لیوان بلند ضربه بزنید یک نت موسیقایی کوتاه ایجاد می‌شود. ولی اگر به یک لیوان کوتاه‌تر و کوچک‌تر ضربه بزنید نتی با پرده‌ی بلندتر تولید می‌شود. اشیاء می‌توانند با هر فرکانسی مرتعش شوند ولی فقط در یک فرکانس خاص نیرومندترین ارتعاش را دارند. این فرکانس را فرکانس رزنانس می‌گویند.



شکستن لیوان

خواننده‌های اپرا می‌توانند با خواندن نتی که دقیقاً مشابه فرکانس رزنانس لیوان باشد آن را بشکنند. وقتی نت خوانده می‌شود، لیوان به ارتعاش در می‌آید و همان نت را می‌سازد. اگر خواننده بتواند خواندن نت را برای چند ثانیه ادامه دهد، ارتعاشات لیوان به شدت نیرومند می‌شود و لیوان را به لرزه می‌اندازد تا این که می‌شکند.



تقویت

بیشتر آلات موسیقی قسمتی دارند که مرتعش می‌شود و صدا به وجود می‌آورد، و قسمتی دیگر که صدا را بلندتر یعنی تقویت می‌کند. قسمت‌های مرتعش ممکن است صداهایی بسازند که شنیدنشان حتی از نزدیک غیرممکن باشد. مگر این که تقویت شده باشد. ارتعاشات سیم‌های گیتار هم توسط جعبه‌ی گیتار و هم با استفاده از الکتریسته تقویت می‌شوند.

گیتار برقی

زیر سیم‌های فولادی گیتار برقی سه مجموعه آهنرباهای بسیار کوچک قرار دارد که همراه با جنبش سیم‌ها جریان کوچکی از الکتریسته تولید می‌کنند. این جریان‌های الکتریسته به قطعه‌ی دیگری به نام آمپلی فایر الکترونیک تغذیه می‌شود. این دستگاه جریان را چندین برابر کرده و به کمک آن، صدای گیتار را از طریق بلندگو خارج می‌کند.

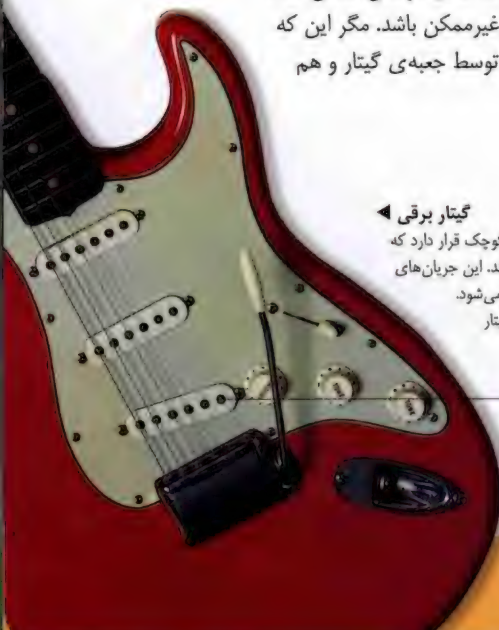
آهنرباهای بسیار کوچک در سه مجموعه زیر سیم‌ها

گیتار آکوستیک

گیتار آکوستیک جعبه‌ی چوبی بزرگ دارد که صدای سیم‌ها را تقویت می‌کند. وقتی سیم‌ها به ارتعاش در می‌آیند، جعبه نیز مرتعش می‌شود و با ارتعاش آن، هوای درونش نیز به ارتعاش درمی‌آید و صدا را تقویت می‌کند.

پل ارتعاشات را از سیم‌ها به جعبه‌ی چوبی (جعبه‌ی صدا) منتقل می‌کند

جعبه‌ی صدا مرتعش می‌شود و صدای سیم‌ها را تقویت می‌کند



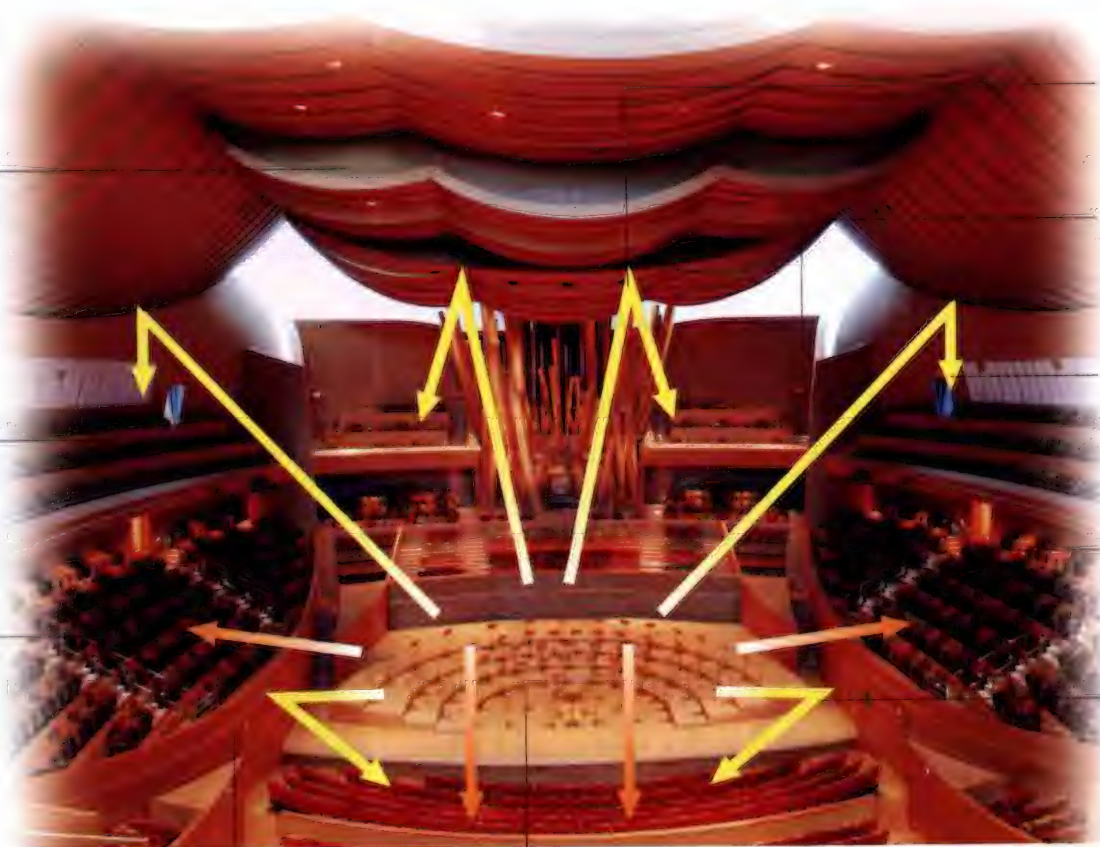
آکوستیک

علم چگونگی رفتار صوت، به‌خصوص در دنیای هر روزی ما، آکوستیک نامیده می‌شود. امواج صوتی در حالت عادی در خط مستقیم و به‌طرف بیرون از منبع خود حرکت می‌کند؛ ولی همیشه اینچنین نیست. اگر جسمی در مسیر موج صوتی قرار گیرد در حرکت آن اثر می‌گذارد. وقتی یک موج صوتی به جسمی سخت برخورد می‌کند، صدا به‌صورت **پژواک** به‌سمت منبع خود بر می‌گردد. اگر اجسام نرم بر سر راه صوت قرار گیرند، ممکن است آن را **جذب** و مانع از ادامه‌ی حرکت آن شوند. دانشمندان برای بررسی جاهایی که قادر به دیدن آن‌ها نیستند، مثل اعماق اقیانوس‌ها و درون زمین، از بازتاب و جذب صوت استفاده می‌کنند.



▲ آمفی تئاتر کاسه‌ای شکل هالیوود

آمفی تئاتر هالیوود یک آمفی تئاتر معروف و روباز در کالیفرنیا، ایالات متحده است. آمفی تئاتر مکانی کاسه‌ای شکل است که صداها را منعکس کرده و به‌طور یکنواخت در تمام محیط پخش می‌کند. این آمفی تئاتر در دهه‌ی ۱۹۲۰ در دامنه‌ی یک کوه در بولتوم کانیون حفر شد و ظرفیت ۲۰ هزار تماشاچی را دارد.



سقف منحنی صدا را
به‌سمت صندلی‌ها
در تمام نقاط سالن
منعکس می‌کند

دیوارهای انحنا دار
صدای ارکستر را
به‌سمت شنونده‌های
قسمت مقابل هدایت
می‌کنند

صندلی‌های عقب
بازتاب صدا از سقف را
دریافت می‌کنند

صندلی‌های روکش دار
صدای بلند را جذب می‌کنند

صفحه‌ی سخت
و لایه لایه صدا را
به صندلی‌های کناری
منعکس می‌کند

▲ تالار موسیقی

در یک تالار موسیقی صدا باید صرف نظر از جای شنونده، صاف و روشن به او برسد. چه سالن خالی و چه پرباشد صدا باید همواره یکسان شنیده شود. سازه‌های منحنی شکل و قوس دار تالارهای مدرن موسیقی به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که صدا به‌طور یکنواخت برای تمام صندلی‌ها توزیع می‌شود.

جایگاه ارکستر در وسط
قرار دارد تا صدا بتواند به‌طور
یکنواخت در همه‌ی جهت‌ها
جریان یابد

سطوح انحنا دار از
بازتاب صدا به‌صورت
پژواک جلوگیری می‌کنند

این فضای خالی در
سقف صدا را در جاهایی
که نیازی به انعکاس
نیست جذب می‌کند

افرادی که روی
صندلی‌ها نشسته‌اند
صدا را از طریق بدن
خود جذب می‌کنند و
مانع از پژواک می‌شوند

صدای مستقیم
در یک خط راست از
ارکستر به شنونده‌ها
می‌رسد

پژواک

اگر رو به یک دیوار دور فریاد بزنید می‌توانید بازگشت صدای خود را به صورت یک موج صوتی منعکس شده یا پژواک بشنوید. وقتی موج صدای منعکس شده ناچار باشد مسافتی را طی کند، بازگشت آن به سمت شما زمان می‌برد و شما آن را جدا از صدای اولیه‌ی خود می‌شنوید. امواج صوتی که از اجسام نزدیک‌تر باز می‌گردند تقریباً بلافاصله شنیده می‌شوند و مغز ما این امواج را با صدای اولیه ادغام می‌کند و ما پژواکی را نمی‌شنویم.



سر دلفین پژواک‌ها را تقویت می‌کند

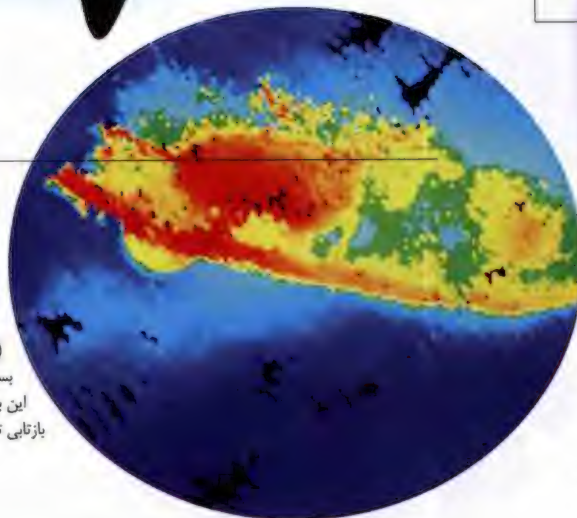
▲ مکان سنجی از طریق پژواک

دلفین‌ها نیز مانند بسیاری از موجودات دریا از صوت برای پیدا کردن مسیر خود و تعیین جای همجنسانان و کشف منابع غذایی استفاده می‌کنند. صدای آن‌ها پس از برخورد با بستر دریا و اجسام اطرافشان منعکس می‌شود و آن‌ها با سر استخوانی و دراز خود پژواک‌ها را دریافت می‌کنند. این نوع استفاده از پژواک برای پیدا کردن اجسام را مکان سنجی پژواکی می‌گویند.

امواج فراصوت به سمت بستر دریا ارسال می‌شوند و پژواک آن‌ها به کشتی باز می‌گردد



بقایای کشتی غرق شده در کف دریا



► پیدا کردن کشتی‌های غرق شده به کمک رادار

این کشتی غرق شده در کف اقیانوس با استفاده از پژواک امواج رادیویی (رادار) توسط یک زیردریایی پیدا شد. زیردریایی با ارسال امواج رادیویی بستر دریا را کاوش کرد و بازتاب امواج ارسالی محل کشتی را نشان داد. این بازتاب‌ها توسط یک گیرنده دریافت شدند و یک رایانه با استفاده از امواج بازتابی تصویری از بقایای کشتی در اختیار قرار داد.

▲ اکتشاف به کمک سونار

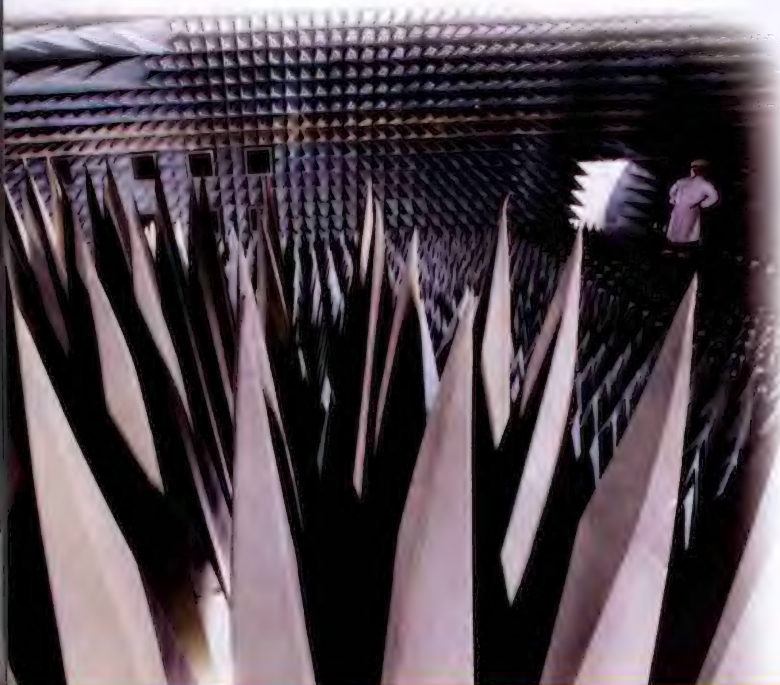
عمق اقیانوس را می‌توان با استفاده از سونار (راهیایی و مسیرسنجی به کمک صوت) اندازه‌گیری کرد. بلندگویی در زیر کشتی یک باریکه‌ی فراصوت با فرکانس بالا ارسال می‌کند. پژواک امواج صوتی توسط میکروفون‌های زیرآبی دریافت می‌شود.

جذب

اشیاء سخت صدا را منعکس می‌کنند ولی مواد نرم آن‌ها را جذب و خفه می‌کنند. وقتی یک موج صوتی به یک ماده‌ی نرم می‌رسد انرژی آن جذب می‌شود و موج نمی‌تواند به حرکت ادامه دهد. اجسامی که صدا را جذب می‌کنند برای کاهش صدا مورد استفاده قرار می‌گیرند. برای کاهش صدا در اتوبان‌ها در اطراف آن‌ها درخت می‌کارند زیرا برگ درختان صدای ترافیک را کاهش می‌دهد. برای جلوگیری از عبور صدا از دیوارها می‌توان آن‌ها را با مواد نرم پوشاند.

▲ اتاق ضد پژواک

مهندسين برای آزمایش بلندگوها و وسایل صوتی از آزمایشگاه‌هایی به نام اتاق ضد پژواک یا طراحی خاص استفاده می‌کنند. دیوارها و سقف آن با میخ‌هایی از یک ماده‌ی نرم پوشانده شده است تا صدا را جذب کرده و مانع از هر گونه پژواک شوند. صداهایی که در اتاق ضدپژواک ایجاد شوند بسیار خفه و مرده هستند و به همین دلیل گاه آن را "اتاق مرده" نیز می‌گویند.



ضبط و بازسازی صدا

بیش تر صداهایی که به وجود می آیند فقط برای مدتی کوتاه وجود دارند و سپس از بین می روند. خوشبختانه دو راه برای ضبط صدا و بازسازی مجدد آن وجود دارد. یک روش، تبدیل و ذخیره‌ی صدا با استفاده از شکل‌های دیگر انرژی مانند الکتریسیته و مغناطیس است. راه دوم، ضبط صدا به شیوه‌ی دیجیتالی است که امواج صوتی را به صورت اعداد ضبط و ذخیره می کند.



▲ میکروفون

میکروفون امواج صوتی را به پالس‌های کوچک الکتریکی تبدیل می کند. امواج صوتی در داخل میکروفون صفحه‌ی انعطاف‌پذیری را که دیافراگم نامیده می شود به ارتعاش وامی دارند. حرکت بالا و پایین سیم پیچ متصل به دیافراگم در تعامل با یک آهن ربا جریان الکتریکی متغیری را به وجود می آورد که ضبط و بعدها بازسازی می شود.



▲ نوار کاست

حلقه‌ی نوار داخل یک کاست صوتی، صدا را به صورت الکتریکی از پالس‌های مغناطیسی ذخیره می کند. وقتی نوار در دستگاه پخش گذاشته می شود، پالس‌های مغناطیسی به صورت پالس‌های الکتریکی و صدا بازسازی می شوند.

▼ صفحه‌ی وینیل (گرامافون)

قبل از رواج سی دی، موسیقی را روی صفحات تخت ساخته شده از یک پلاستیک خاص به نام وینیل ضبط می کردند. روی این صفحه‌ها تا یک ساعت صدا ضبط می شد. صدا به صورت فرورفتگی‌ها و برجستگی‌های کوچک در یک شیار مارپیچ طولانی بر سطح صفحه ضبط می شد. از هر دو سمت صفحه استفاده می شد.

از ضبط تا بازسازی

► میکروفون

در استودیوی ضبط، صدای خواننده به کمک میکروفون به انرژی الکتریکی تبدیل می شود. او میکروفون را جلوی دهان خود می گیرد تا صداهای پس زمینه دریافت نشود. پالس‌های الکتریکی توسط یک سیم به یک دستگاه ضبط صدا در نقطه‌ی دیگری از استودیو حمل می شود.



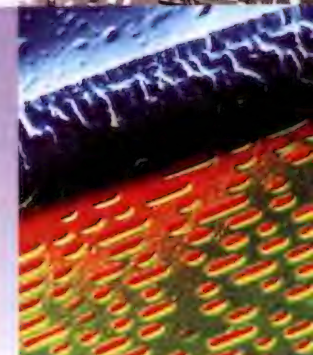
► میز صدابرداری

ممکن است خواننده‌ها و دستگاه‌های موسیقی، متعددی روی یک توار ظاهر شوند که هر یک باید توسط میکروفونی جداگانه ضبط شود. دکمه‌های این میز کنترل سیگنال‌های میکروفون‌های مختلف را کنترل می کنند. هر دکمه می تواند صدای یک خواننده را بلندتر یا کوتاه تر کند.



► دیسک فشرده (سی دی)

نسخه‌ی نهایی ضبط شده بر روی یک سی دی به بازار عرضه می شود. موسیقی به صورت مجموعه‌ای از بریدگی‌های کوچک (که در این عکس بزرگ نمای شده به رنگ قرمز و زرد دیده می شود) روی سطح دیسک پلاستیکی ضبط می شود. این بریدگی‌ها توسط یک لایه‌ی بسیار نازک فلزی و یک لایه پلاستیک پوشانده می شود.



► دستگاه پخش سی دی

دستگاه پخش سی دی شامل یک لیزر است که مجموعه‌ی بریدگی‌های روی سطح سی دی را به صورت رشته‌ای طولانی از اعداد می خواند. لایه‌ی فلزی براق سی دی نور لیزر را باز می تاباند. اعداد به همان پالس‌های الکتریکی که بریدگی‌ها را در سطح سی دی ایجاد کرده بودند تبدیل می شوند.



► بلندگو

پالس‌های الکتریکی با عبور از یک آمپلی فایر (تقویت کننده) به بلندگوها ارسال می شوند که درست برعکس میکروفون عمل می کنند. بلندگو با استفاده از الکتریسیته هوای اطراف را به ارتعاش وامی دارد و انرژی الکتریکی را به صدا تبدیل می کند و ما آن را دقیقاً به همان صورتی که ضبط شده بود می شنویم.



صدای دیجیتال

صدا را می‌توان با استفاده از دستگاه‌های الکترونیک به الگویی از اعداد و به صورت دیجیتال تبدیل و ذخیره کرد. صدا بر روی سی‌دی به صورت الگویی از پستی و بلندی‌ها ذخیره می‌شود. پستی و بلندی‌ها بیانگر یک الگوی کدبندی شده از اعدادی هستند که دستگاه پخش آن‌ها را به امواج صوتی تبدیل می‌کند. ضبط دیجیتالی تحت تأثیر صداهای پس زمینه قرار نمی‌گیرد. آن‌ها را به سادگی می‌توان ویرایش و اصلاح و با کمک تجهیزات کامپیوتری در هم ادغام کرد.

▼ ساخت یک دیسک فشرده‌ی مادر

وقتی یک قطعه موسیقی آماده برای انتقال بر روی سی‌دی است، یک سی‌دی مادر خالی با سرعت بسیار بالا در مقابل یک پارتیکل‌لیزر که به سرعت خاموش و روشن می‌شود می‌چرخد و هر بار که لیزر روشن می‌شود بریدگی کوچکی روی سطح پلاستیکی سی‌دی ایجاد می‌کند. الگوی بریدگی‌ها نسخه‌ی کدبندی شده‌ی موسیقی ذخیره شده بر روی سی‌دی است. نسخه‌های کپی شده از روی سی‌دی مادر دارای همان برجستگی‌ها بر روی سطح خود می‌باشند که توسط دستگاه پخش خوانده می‌شود.

پارتیکل‌لیزر شیارهایی را بر روی سطح دیسک می‌سوزاند

موتور کوچک سی‌دی را با سرعت بالا می‌چرخاند

► موج صوتی

موج صوتی در یک فرایند موسوم به نمونه برداری به صورت دیجیتال ذخیره می‌شود. دامنه‌ی موج پیوسته اندازه‌گیری و به صورت عدد ذخیره می‌شود. وقتی تمام این اعداد کنار یکدیگر نوشته شوند عددی طولانی را به وجود می‌آورند که بیانگر تمام موج است. هر چه تعداد اندازه‌گیری‌های موج بیشتر باشد در هنگام بازسازی صدای بهتری تولید می‌شود.



موج صوتی دیجیتال



موج صوتی اندازه‌گیری شده توسط نمونه‌های اندک

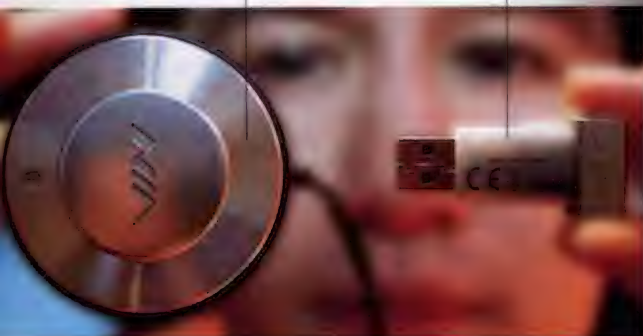


موج صوتی اندازه‌گیری شده توسط نمونه‌های بسیار

ضبط و بازسازی صدا
sound reproduction

دستگاه پخش MP3 از طریق گوشی‌های کوچک موسیقی را در اختیار قرار می‌دهد

کارت حافظه پرونده‌های MP3 را از کامپیوتر به دستگاه پخش منتقل می‌کند



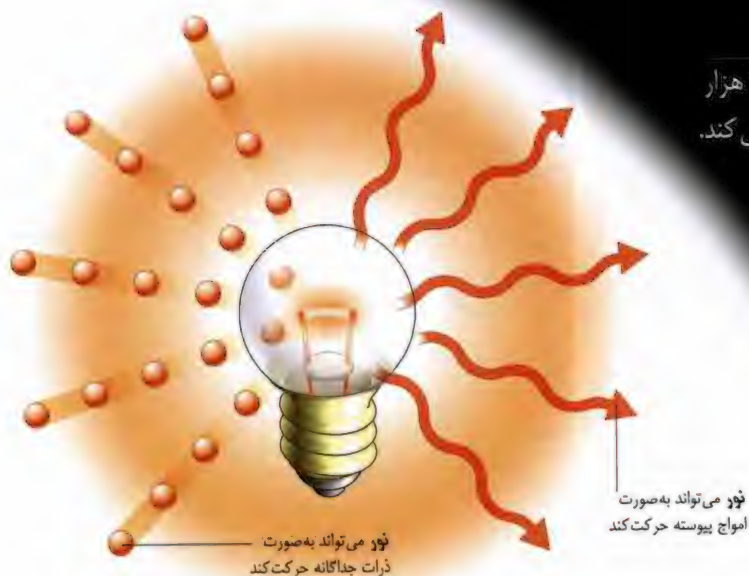
▲ MP3

موسیقی را می‌توان در پرونده‌ای به نام ام‌پی‌تری (MP3) ضبط کرد. این پرونده‌ها را با استفاده از یک رایانه‌ی معمولی ضبط و ذخیره می‌کنند و در صورتی که شخص بخواهد با استفاده از دستگاه پخش MP3 آن‌ها را بازسازی کند می‌تواند با استفاده از کارت حافظه آن‌ها را از رایانه بگیرد و به دستگاه پخش تغذیه کند و مستقیماً از روی دستگاه، موسیقی را بشنود.



نور

نور نوعی پرتوی الکترومغناطیسی است که انرژی را با سرعت بالای ۳۰۰ هزار کیلومتر در ثانیه از یک منبع نور (چیزی که نور را تولید می کند) حمل می کند. پرتوهای نور از منبع خود به صورت خط مستقیم توزیع می شوند. نور می تواند از برخی اجسام عبور کند ولی برخی دیگر مانع از عبور نور می شوند و سایه ایجاد می کنند.



▲ موج یا ذره

نور گاهی به نظر می رسد انرژی را به صورت موجی حمل می کند. اما گاهی هم به نظر می رسد که انرژی نورانی به صورت ذره هایی کوچک جابه جا می شوند. به این ذرات کوچک که در فواصل بسیار کوتاه از منبع نور به بیرون پرتاب می شوند فوتون گفته می شود. دانشمندان تا سال ها مطمئن نبودند که نور واقعا یک موج است یا یک ذره. اما اکنون به این نتیجه رسیده اند که نور بسته به موقعیت، هم موج است و هم ذره.



◀ فانوس دریایی

ستون نورانی این فانوس دریایی نشان می دهد که نور در خط مستقیم حرکت می کند. نور تحت شرایط عادی هیچگاه خم نمی شود و یا از پیچ ها نمی گذرد و فقط در خط کاملاً مستقیم حرکت می کند. هیچ چیز نمی تواند سرعتی بالاتر از سرعت نور داشته باشد. نور فانوس دریایی تمام مسافت تا چشم بیننده را در کسر کوچکی از ثانیه طی می کند.



▶ حباب صابون

وقتی نور به یک حباب صابون تابانده شود بعداً از پرتوهای از سطح نیرویی حباب منعکس می شود و بعداً دیگر از لایه صابون می گذرد و از سطح دیگری آن منعکس می شود. این دو مجموعه بازتاب کمی با یکدیگر زاویه می سازند چون مسافت های مختلفی را پیموده اند. آن ها با یکدیگر تداخل کرده و الگوهای رنگارنگی را بر سطح حباب به وجود می آورند.



انتقال نور

بعضی اجسام نور را بهتر از بعضی دیگر منتقل می کنند. اجسام شفاف، مانند شیشه، تقریباً تمام شعاع های نور را از خود عبور می دهند. وقتی به یک لیوان آب پرتقال نگاه می کنید مایع درون آن را به وضوح می بینید. چیزهای دیگر نیز از ورای لیوان دیده می شوند. اشیاء نیمه شفاف (مات) مثل پلاستیک، فقط بخشی از نور را از خود عبور می دهند. یک بطری پلاستیکی برخی از شعاع های نور را از خود عبور می دهد و به همین دلیل می توان آب پرتقال را در داخل بطری مشاهده کرد اما اشیاء پشت بطری دیده نمی شوند. اشیاء غیر شفاف، مثل فلزات، تمام نوری را که به آن ها تابیده می شود منعکس می کنند و هیچ شعاعی را از خود عبور نمی دهند. شما نمی توانید محتویات داخل یک قوطی آب پرتقال را ببینید و با نگاه کردن به آن نمی توان گفت که قوطی خالی است یا پر.

غیر شفاف



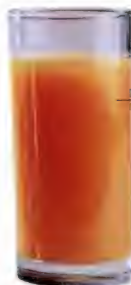
فلز نوری را از خود عبور نمی دهد

نیمه شفاف (مات)



پلاستیک فقط قسمتی از نور را از خود عبور می دهد

شفاف



شیشه تمام نور را از خود عبور می دهد

محتویات قوطی دیده نمی شود

محتویات بطری دیده می شود اما مات به نظر می رسد

محتویات لیوان به وضوح دیده می شود

منابع نور

چیزهایی که نور از خود ساطع می کنند منبع نور گفته می شوند. وقتی چیزی را می بینیم، در واقع شعاع های نوری را دیده ایم که از منبع نور به چشم های ما می رسند. بعضی اشیاء روشن به نظر می رسند زیرا از خود انرژی به صورت شعاع های نور ساطع می کنند و این اشیاء را نورانی می گوئیم. بعضی اشیاء از خود نور ندارند ولی به این دلیل روشن به نظر می رسند که نور یک منبع نور را منعکس می کنند.

► نور خورشید

خورشید به این دلیل می درخشد که در هسته ی خود انرژی تولید می کند. این انرژی در اثر پیوستن اتم ها به یکدیگر در واکنش های همجوشی هسته ای تولید می شود. خورشید این انرژی را به صورت امواج الکترومغناطیسی در تمام جهتها پخش می کند. مقداری از این تشعشعات به صورت نور و گرمایی که به آن آفتاب می گوئیم به زمین می رسد. خورشید یک منبع نورانی است چون از خود نور دارد.

▲ مهتاب

ماه درختی که از خورشید دارد. ماه برخلاف خورشید از خود نور ندارد بلکه آنچه ما آن را مهتاب می نامیم نور سفید خالص به خاکستری است که بازتاب نور خورشید بر روی سطح ماه است که به چشم ما می رسد. اگر زمین در فاصله ی بین ماه و خورشید قرار گیرد، به نظر خواهد رسید که ماه در آسمان ناپدید شده است. این وضعیت را ماه گرفتگی (خسوف) می گویند.

◀ زیست تابی

بعضی موجودات دریایی از خود نور تولید می کنند. این توانایی را زیست تابی می گویند که در آن نور به صورت زیستی ساخته می شود. این کرم شب تاب پلکت نور زردی را در داخل بدن خود تولید می کند. آن ها در زیستگاه تاریک خود در اعماق دریا می درخشند و یا ممکن است نور آن ها کم و زیاد شود تا شکارچیان را فراری دهد. بعضی خرچنگ ها، میگوها و ستاره ماهی ها نیز از خود نور تولید می کنند.



سایه ی کامل که پشت
توب به وجود می آید

نیم سایه که در اطراف
سایه ی کامل به وجود می آید

▲ سایه و نیم سایه

سایه ها کاملاً سیاه نیستند. اگر به دقت به یک سایه نگاه کنید خواهید دید که قسمتی از مرکز سایه تیره تر است و در محدوده ی اطراف آن کمی روشن تر به نظر می رسد. منطقه ی تیره ی وسط را سایه می گوئیم که در آنجا تمام شعاع های نور منبع توسط شیء غیر شفاف سد شده است. قسمت تیرانوار آن، که نیم سایه نامیده می شود، روشن تر است چون مقداری از شعاع ها عبور کرده و به پرده رسیده اند.

سایه

سایه در اثر سد شدن نور به وجود می آید. شعاع های نور از منبع در خط مستقیم حرکت می کنند. اگر جسمی غیر شفاف بر سر راه شعاع های نور قرار گیرد مقداری از آن ها را سد می کنند و سطح تاریکی در پشت جسم ظاهر می شود. این سطح تاریک را سایه می گویند. شکل و اندازه ی سایه بستگی به موقعیت و اندازه ی منبع نور در مقایسه با شیء دارد.

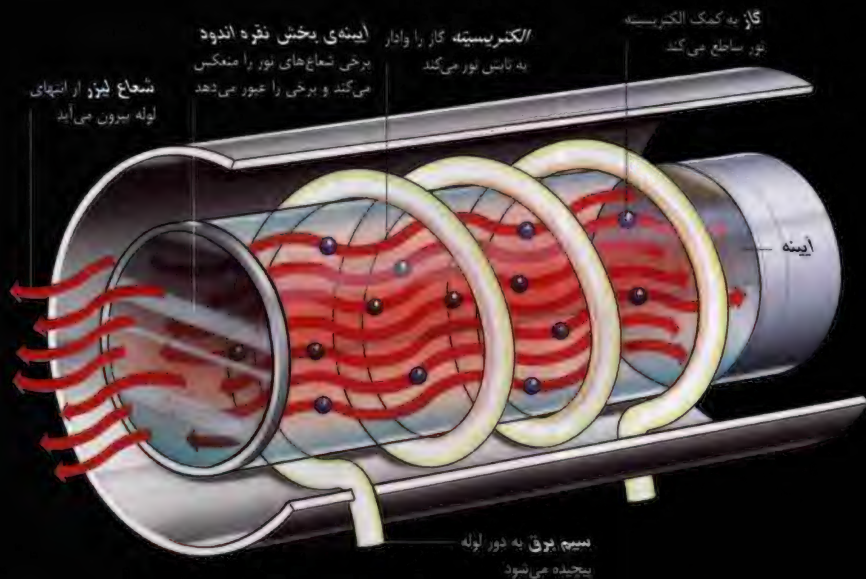
◀ سایه ی متغیر

وقتی در آفتاب می ایستید شعاع های آفتاب توسط بدن شما سد می شود و سایه ای در مقابلتان به وجود می آید. وقتی خورشید در نیمروز در وسط آسمان قرار می گیرد سایه ی شما کوتاه است. ولی سپس با پایین آمدن خورشید سایه ی شما هم بلندتر می شود.



لیزر

بعضی شعاع‌های نور آن قدر نیرومند هستند که می‌توانند فلز را بپزند. بعضی دیگر آن قدر دقیق هستند که می‌توان از آن‌ها در جراحی استفاده کرد. این شکل‌های تحسین برانگیز نور توسط لیزرها به وجود می‌آیند. لیزر (LASER) خلاصه‌ی حروف اول عبارت "تقویت نور از طریق تابش تحریک شده‌ی تشعشع" است. لیزر وسیله‌ای است که شعاع‌های نور را به گونه‌ای متمرکز می‌کند که دقیقاً همگام با یکدیگر حرکت می‌کنند. پرتوهای لیزری بسیار نیرومندتر و دقیق‌تر از دیگر پرتوهای نور هستند.



▲ درون یک دستگاه لیزر

دستگاه لیزر با عبور الکتریسیته از یک گاز نور تولید می‌کند. الکتریسیته باعث می‌شود گاز از خود امواج نوری با طول موج دقیقاً یکسان ساطع کند. این امواج نور در لوله بین دو آینه حرکت می‌کنند. این امر باعث می‌شود گاز شعاع‌های نور بیش‌تری را که دقیقاً همگام با امواج نور اولیه هستند ساطع نماید. دستگاه همچنان شعاع نور را تقویت می‌کند.



▲ هولوگرام

تصویر سه بعدی که به نظر می‌رسد درون یک قطعه پلاستیک یا شیشه شناور است هولوگرام نامیده می‌شود. هولوگرام به نظر جسمی جامد می‌آید اما در واقع تصویری است که توسط یک شعاع لیزر از جسم اسکن و در شیشه یا پلاستیک ذخیره شده است.



▲ برش لیزری

این ماشین برای بریدن فلزات از یک لیزر دی‌اکسید کربن استفاده می‌کند. این نوع لیزر در اثر عبور الکتریسیته از گاز دی‌اکسید کربن به وجود می‌آید. برش لیزری توسط یک رایانه به دقت کنترل می‌شود. در صنعت دورنگی از لیزر برای بریدن پارچه استفاده می‌شود. یک باریکه‌ی لیزری می‌تواند صدها پارچه را که روی هم قرار گرفته است یکجا برش بزند.

e
لیزر
lasers



▲ نمایش نور لیزری

بعضی لیزرها چنان نیرومندند که با مسافت زیادی در آسمان می‌درخشند. از آن‌ها اغلب در کنسرت‌ها و یا تولید نمایش‌های نوری جذاب در فضایی آزاد استفاده می‌کنند. این نمایش نور به‌خوبی ریوسنه در حوالی اهرام در منطقه‌ی جیزه در مصر برگزار می‌شود. تعدادی لیزر نیرومند کنترل‌شده توسط رایانه شعاع‌های نیرومند نور فرموزی را که به هوا ارسال می‌شود تولید می‌کنند.

بازتاب

بازتاب‌ها یا انعکاس‌ها معمولاً توسط اجسام براق، مثل آینه‌ها، تولید می‌شوند. آینه از جسمی که در مقابلش باشد تصویری معکوس به وجود می‌آورد. فاصله‌ی تصویر تا آینه با فاصله‌ی جسم تا آینه مساوی است. اما تنها آینه‌ها نیستند که بازتاب تولید می‌کنند. بیش‌تر اجسام بخشی از نوری را که بر آن‌ها می‌تابد باز می‌تابانند. در روز، چیزهای آشنایی مثل چمن، درختان و آسمان را به این دلیل می‌بینیم که نور خورشید را به درون چشمان ما باز می‌تابانند.



▲ بازتاب نامنظم

یک سطح نامنصف، مثل سطح چمن‌زار این استخر، باعث می‌شود که شعاع‌های نور در جهت‌های مختلف باز تابانده شود. در این حالت نیز ممکن است تصویری روشن از سطح داشته باشیم ولی اگر سطح خیلی ناهموار باشد، تصویری که در چشم ما به وجود می‌آید موج است. بیش‌تر اجسام نور را به شیوه‌ی نامنظم منعکس می‌کنند یا وجودی که می‌توانیم آن‌ها را ببینیم اما نمی‌توانیم تصویر چیزهایی را که بر سطح آن‌ها تابیده شده مشاهده کنیم.

▲ بازتاب منظم

وقتی شعاع‌های نور بر یک سطح کاملاً صاف، مثل سطح ساکن و صاف آب استخر و یا آینه و یا حتی شیشه‌ی مغازه‌ها، می‌تابد به‌طور منظم بازتابیده می‌شود و ما می‌توانیم انعکاس بسیار روشنی را بر روی سطح ببینیم. و در این حالت تمام شعاع‌های نور به‌طور کامل و منظم از سطح منعکس شده‌اند و ما تصویر دقیق و روشنی را از آن سطح با چشم خود دریافت می‌کنیم.

e
بازتاب
reflection

آینه‌ها

آینه فلز، پلاستیک یا شیشه‌ی بسیار صاف و صیقل خورده‌ای است که تقریباً تمام نوری را که به آن تابانده می‌شود منعکس می‌کند. تصویر به‌نظر می‌رسد که در پشت آینه تشکیل شده است و بسته به شکل آینه، تصویر ممکن است بزرگ‌تر، کوچک‌تر و یا هم اندازه‌ی جسمی باشد که آن را منعکس کرده است. آینه‌ها کاربرد فراوان دارند. از آینه‌های معمولی برای مشاهده‌ی ظاهر خود و یا در رانندگی استفاده می‌کنیم. آن‌ها همچنین نقش مهمی در تلسکوپ‌ها، میکروسکوپ‌ها، دوربین‌ها و دیگر دستگاه‌های اپتیکی (نوری) دارند.



▲ آینه‌ی محدب (کاو)

آینه‌ی محدب قوس رو به بیرون دارد و اجسام را کوچک‌تر و دورتر از آنچه هستند نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد که شعاع‌های نور از نقطه‌ای دورتر در پشت آینه می‌آیند، لذا، در آینه‌های محدب کوچک‌تر به نظر می‌رسند اما به آن دلیل مورد استفاده اند که می‌توانند نمای وسیع‌تری را در اختیار قرار دهند.



▲ آینه‌ی مقعر (کوز)

آینه‌ی مقعر که به داخل قوس دارد اشیاء را بزرگ‌تر و نزدیک‌تر از آنچه هستند نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد که شعاع‌های نور از نقطه‌ای در مقابل آینه، که در چشم ما نزدیک‌تر جلوه می‌کند، می‌آیند. آینه‌های مقعر کاربردهای فراوان دارند. از جمله در تلسکوپ‌های انعکاسی.

▶ آینه‌ی اصلاح

آینه‌ی مقعر تصویر نزدیک‌تر و بزرگ‌تری را نسبت به شیء، در اختیار قرار می‌دهد. در نسخه‌ی تصویر این مورد در آینه بزرگ‌تر خواهد بود و او می‌تواند با دقت بیش‌تری صورت خود را اصلاح کند. ضعف آینه‌ی مقعر در این است که فقط بخشی از صورت مورد در آینه دیده می‌شود در حالی که در یک آینه‌ی مسطح با همان اندازه، تصویر تمام صورت شخص مشاهده خواهد شد.



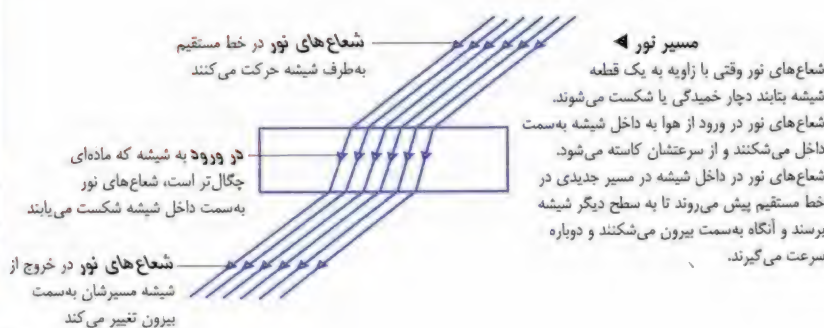
◀ آینه‌ی بغل اتومبیل

آینه‌ی بغل اتومبیل به راننده کمک می‌کند که پشت اتومبیل خود را ببیند. بسیار مهم است که راننده بتواند هر چه بیش‌تر از جاده و ترافیک پشت سر را ببیند و به همین دلیل، آینه‌های بغل و آینه‌های بالا سر در اتومبیل‌ها از نوع محدب هستند. ضعف این آینه‌ها در رانندگی این است که وسایل نقلیه و جاده‌ی پشت سر را کوچک‌تر و دورتر از آنچه در یک آینه‌ی تخت دیده می‌شوند نشان می‌دهد. راننده‌ها باید در نظر داشته باشند که وسایل نقلیه نزدیک‌تر از آنی هستند که دیده می‌شوند.



شکست

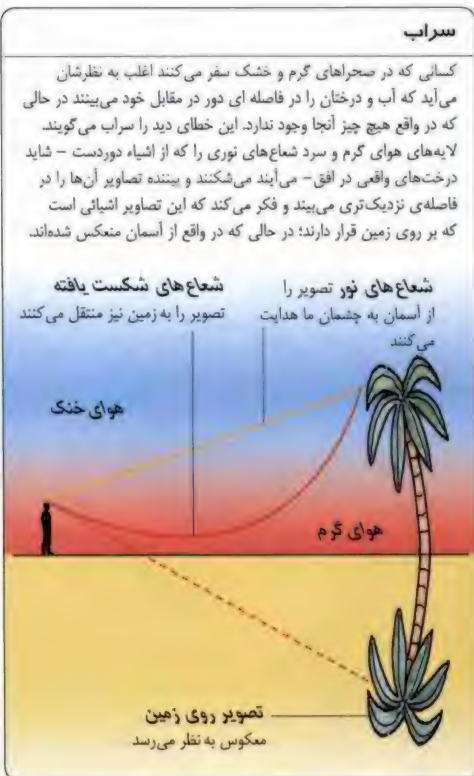
شعاع‌های نور در خط مستقیم حرکت می‌کنند. اما وقتی از یک ماده به ماده‌ی دیگر می‌روند ممکن است دچار خمیدگی شوند، یعنی جهششان عوض شود، ولی همچنان در مسیر جدید در خط راست حرکت می‌کنند. این خمیدگی را شکست یا انکسار می‌گوییم و دلیل وقوع آن این است که نور در مواد مختلف با سرعت‌های مختلف حرکت می‌کند. اگر شعاع‌های نور از هوا وارد ماده‌ای با چگالی بالاتر (مثل آب) شوند سرعتشان کم می‌شود و دچار شکست به‌طرف ماده‌ی چگال‌تر می‌شوند. شعاع‌های نور وقتی از یک ماده به ماده‌ای با چگالی کم‌تر وارد می‌شوند (مثل ورود از آب به هوا) سرعتشان افزوده و جهششان رو به بیرون از ماده‌ی چگال‌تر می‌شود.



شکست در مه گرمایی

در روزهای خیلی گرم سطح زمین گرم‌تر از آسمان بالای سر است. در نتیجه، هوای سطح زمین بسیار گرم‌تر از هوای بالاتر می‌شود. هوای گرمی که از زمین بالا می‌رود می‌تواند شعاع‌های نوری را که از آن عبور می‌کنند دستخوش انحراف و شکست کند و ظاهری مه گرفته و نامشخص به اشیایی که در افق قرار دارند - مانند این زرافه - می‌دهد.

شعاع‌های نوری که از زرافه به طرف ما می‌آیند توسط هوای داغ رو به بالا دچار شکست می‌شوند



عدسی‌ها

عدسی یا لنز قطعه‌ای پلاستیک شفاف یا شیشه است که می‌تواند اشیاء را بزرگ‌تر از اندازه‌ی واقعی نشان دهد. اساس کار لنز بر شکست شعاع‌های نور به گونه‌ای است که گویی از نقطه‌ای متفاوت می‌آید. بعضی عدسی‌ها اشیاء را نزدیک‌تر و بزرگ‌تر جلوه می‌دهند. بعضی دیگر آن‌ها را دورتر و کوچک‌تر نشان می‌دهند. بسیاری از مردم بدون لنز چشم قادر به دیدن اشیاء به‌طور واضح و خواندن کتاب و یا رانندگی نیستند.

لنزهای تماسی (لنز چشمی)

لنزهای تماسی قطعه‌ی بسیار نازک و کوچکی از پلاستیک یا شیشه هستند که روی تخم چشم قرار می‌گیرند. شعاع نور قبل از ورود به چشم از لنز عبور می‌کند و طوری به‌نظر می‌رسد که اشیاء در فاصله‌ی دورتر یا نزدیک‌تر (بسته به نزدیک بینی یا دوربینی فرد) قرار دارند و به فرد کمک می‌کنند واضح‌تر ببینند.

لنز طوری ساخته می‌شود که تخم چشم را کاملاً در بر بگیرد



عدسی فرنزل

فانوس دریایی باید نور را تا مسافت‌های زیاد در دریا بفرستد. برای انجام این کار به یک عدسی بسیار بزرگ و سنگین نیاز است. اما به جای چنین لنزی، فانوس‌های دریایی به عدسی فرنزل مجهزند که پله پله است و هر پله نور را کمی خم می‌کند و نتیجه‌ی نهایی، یک باریکه‌ی نور بسیار قوی است که از مسافت‌های زیاد در دریا دیده می‌شود. عدسی‌های فرنزل را هم از شیشه و هم از پلاستیک می‌سازند.

عدسی‌های پله‌پله

نورها را می‌شکنند و نهایتاً یک شعاع نور نیرومند ایجاد می‌کنند.

پایه‌ی گردان باریکه‌ی نور را در تمام جهات می‌چرخاند



عدسی‌های محدب و مقعر

عدسی‌ها بر دو نوعند: عدسی‌های مقعر (گوز) و عدسی‌های محدب (کاو). عدسی مقعر در وسط نازک‌تر از لبه‌ها است و در نتیجه، شعاع‌های نور را به سمت بیرون منحرف می‌کند. عدسی محدب برعکس است. لبه‌های آن نازک‌تر از شکم آن است. شعاع‌های نور در عبور از عدسی محدب به سمت داخل متمایل می‌شوند.

دستگاه نمایش اسلاید

با تاباندن یک شعاع نیرومند نور بر یک فیلم اسلاید حاوی یک تصویر، تصویری بزرگ‌تر بر روی دیوار یا پرده ایجاد می‌شود. تصویر کوچک رزوی ورقه‌ی فیلم در مقابل یک عدسی مقعر قرار دارد که شعاع‌های نور را به سمت بیرون منحرف می‌کند. هر چه فاصله‌ی پرده تا دستگاه بیش‌تر باشد تصاویر بزرگ‌تر می‌شوند.



عدسی مقعر (گوز)

شعاع‌های نور از هم دور می‌شوند

ذره بین

ذره بین وسیله‌ای است برای بزرگ نشان دادن اجسام. ذره بین عدسی محدب بزرگی است که وسط آن ضخیم‌تر از لبه‌هایش می‌باشد. وقتی ذره بین را روی یک شیء قرار می‌دهید به نظر تان می‌رسد که شعاع‌های نور از شیء از نقطه‌ای نزدیک‌تر می‌آیند و در نتیجه بزرگ‌تر از اندازه‌ی واقعی به‌نظر می‌رسند.

شعاع‌های نور به هم نزدیک می‌شوند



عدسی محدب (کاو)

میکروسکوپ

بعضی اشیاء آن قدر کوچکند که چشم انسان قادر به دیدنشان نیست. ما نمی‌توانیم اتم‌ها یا ملکول‌ها و یا سلول‌های بدن خودمان و همچنین ویروس‌هایی را که بیماری‌ها را باعث می‌شوند مشاهده کنیم. میکروسکوپ با استفاده از عدسی‌ها اشیاء بسیار کوچک را بزرگ‌تر جلوه می‌دهد تا بتوانیم آن‌ها را ببینیم. دو نوع میکروسکوپ وجود دارد: میکروسکوپ اپتیکال نوری که با استفاده از نور یک شیء تصویری بزرگ‌نمایی شده از آن ایجاد می‌کند. نوع دیگر میکروسکوپ‌های الکترونی است که بسیار قوی‌ترند و به جای نور از یک شعاع الکترونی استفاده می‌کنند.

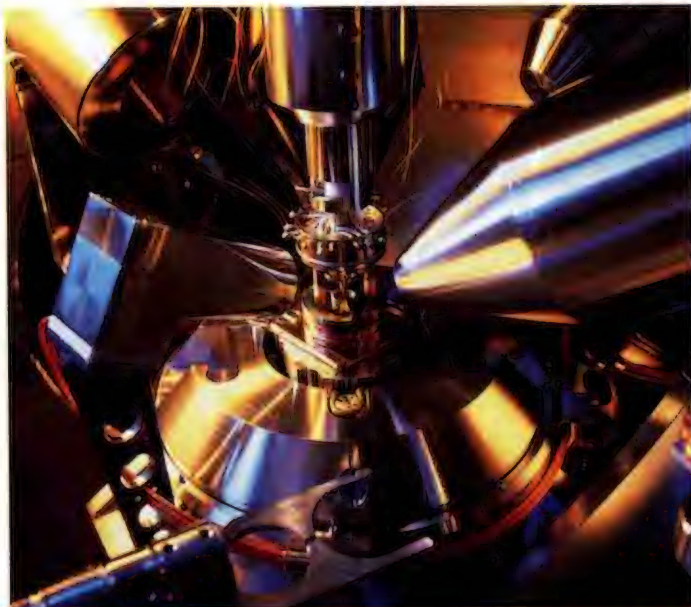


▲ میکروسکوپ نوری

میکروسکوپ نوری از نور استفاده می‌کند. جسمی که می‌خواهیم ببینیم باید آن قدر نازک باشد که نور از آن عبور کند. این جسم را روی یک ورقه‌ی شیشه‌ای نازک به نام لام قرار می‌دهیم. آینه‌ای در قسمت پایین میکروسکوپ نور را جمع‌آوری و بر روی لام منعکس می‌کند. یک مجموعه عدسی، شیء را مرحله به مرحله بزرگ‌تر جلوه می‌دهند و در نهایت، تصویر بزرگ‌تری را به وجود می‌آورند که از طریق عدسی چشمی واقع در بالای میکروسکوپ مشاهده می‌کنیم.

▲ میکروسکوپ الکترونی

میکروسکوپ الکترونی به جای نور از یک شعاع الکترونی استفاده می‌کند. شیء مورد مشاهده بر روی یک پایه کوچک در وسط قرار داده می‌شود و یک تفنگ الکترونی، شبیه آنچه در تلویزیون‌ها به کار می‌رود، یک شعاع الکترونی را به طرف شیء پرتاب می‌کند. با عبور باریکه‌ی شعاع الکترونی از روی شیء، تصویر بسیار دقیقی از آن بر روی یک صفحه‌ی تلویزیون به نمایش گذاشته می‌شود.

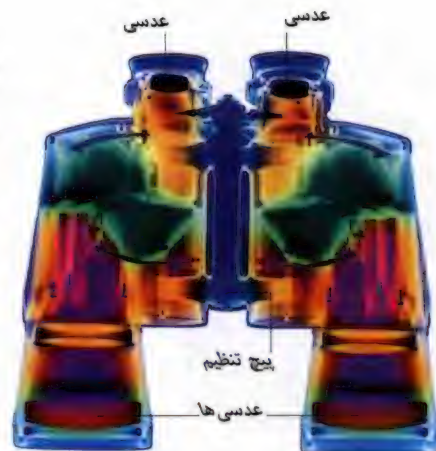


▲ بزرگ‌نمایی

بالاترین تصویر، پشه را به گونه‌ای که با چشم غیر مسلح می‌بینیم نشان می‌دهد. تصویر دوم، همان پشه را بر روی لام یک میکروسکوپ نوری می‌بینیم. تصویر سوم، پشه را به گونه‌ای که در میکروسکوپ الکترونی دیده می‌شود نشان می‌دهد که می‌بینیم جزئیات سه بعدی بیش‌تری ارائه می‌دهد. آخرین تصویر، پرزهای داخل دهان مورچه است که توسط یک میکروسکوپ بسیار نیرومند الکترونی ارائه شده است.

تلسکوپ

همان طور که چشمان ما قادر به دیدن اشیاء کوچک نیستند چیزهایی را هم که خیلی دور باشند نمی‌توانیم ببینیم. تلسکوپ می‌تواند چیزهایی را که حتی میلیون‌ها کیلومتر دور از ما هستند به‌وضوح نشان دهد. لوله‌های بلند تلسکوپ شعاع‌های نور را از اشیاء دور دست دریافت کرده و تصاویری بزرگ‌نمایی شده از آن‌ها، که به نظر نزدیک‌تر می‌آیند، ایجاد می‌کند. بعضی تلسکوپ‌ها برای جمع‌آوری نور از عدسی و بعضی دیگر از آینه‌ها استفاده می‌کنند.



▲ تصویر پر تو ایکس دوربین دوچشمی
دوربین دوچشمی شبیه دو تلسکوپ کوچک که به یکدیگر وصل باشند عمل می‌کند. یک بیج در وسط دوربین فاصله‌ی بین عدسی‌ها را تنظیم کرده و تصویر را واضح‌تر می‌کند.

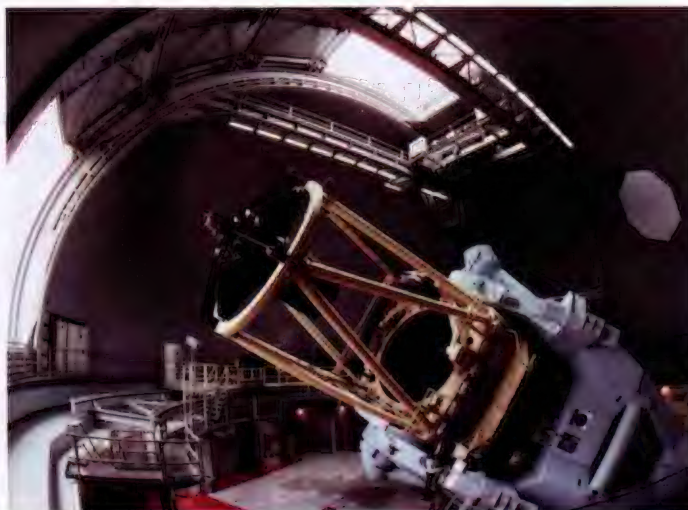


▲ تلسکوپ بازتابی
نیرومندترین نوع تلسکوپ است که به‌جای عدسی از آینه استفاده می‌کند چون ساخت آینه‌های بزرگ آسان‌تر از ساخت عدسی‌های بزرگ است و تصاویر دقیق‌تری ارائه می‌دهند. یک آینه‌ی بزرگ مرکزی نور را از شیء دور دست می‌گیرد و یک آینه‌ی کوچک‌تر نور را بر روی چشمی باز می‌تاباند.



تلسکوپ بزرگ

بزرگ‌ترین تلسکوپ‌های نجومی جهان از نوع بازتابی هستند و با استفاده از آینه‌های بزرگ تصاویر ستارگان را در اختیار قرار می‌دهند. این تلسکوپ بسیار بزرگ بازتابی متعلق به رصدخانه‌ی فضایی اروپا است که در قله‌ی کوه لاسیلا در شیلی نصب است. قطر آینه‌ی آن ۳/۶ متر است و در یک بنای فلزی گنبدی قرار گرفته است تا از باد و باران مصون باشد.



شعاع‌های نور از شیء دور دست



تصویر ماه در تلسکوپ آماتور



توسط تلسکوپ با عدسی سی سانتیمتری



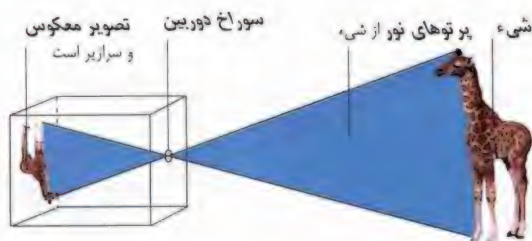
توسط تلسکوپ با عدسی ۱/۲ متری

مشاهده‌ی ماه

بالاترین تصویر، ماه را به‌گونه‌ای که با یک دوربین دوچشمی دیده می‌شود نشان می‌دهد. یک تلسکوپ آماتور ماه را بیش‌تر بزرگ جلوه می‌دهد و بعضی دریاها را به صورت لکه‌های تاریک روی آن می‌بینیم. یک تلسکوپ با عدسی سی سانتیمتری چاله‌های کوچک روی ماه را هم به‌وضوح نشان می‌دهد. اما تلسکوپ با عدسی ۱/۲ متری چهار برابر قوی‌تر است و جزئیات بیش‌تری در اختیار ما قرار می‌دهد.

دورین

دوربین وسیله‌ای برای ثبت عکس‌ها است. دوربین از یک محفظه‌ی بسته تشکیل شده که شعاع‌های نور به آن وارد می‌شود و یک عدسی در جلوی دوربین شعاع‌ها را متمرکز می‌کند، طوری که تصویر دورتر یا نزدیک‌تر به نظر رسد. دوربین‌های سنتی تصاویر را بر روی یک ورقه‌ی پوشیده شده با لایه‌ای شیمیایی - **فیلم عکاسی** - ثبت می‌کنند. اما دوربین‌های **دیجیتال** جدید تصاویر را به صورت الکترونیکی ثبت می‌کنند.



▲ دوربین جمعدهای

این دوربین ساده متشکل از یک جعبه‌ی کوچک بود که یک سوراخ ریز در قسمت جلو داشت و فیلم عکاسی روی دیواره‌ی عقب و در مقابل سوراخ قرار داده می‌شد. شاع‌های نور از جسم از طریق سوراخ بر روی فیلم تابانده می‌شدند. تصویر در داخل دوربین سرازیر و معکوس بود.



▲ دورین فیلمی

لنز این دوربین شاع‌های نور را می‌گیرد و متمرکز می‌کند. آینه‌ای دیگر در وسط دوربین نوری را که از عدسی می‌آید به داخل منظرپای می‌تاباند. وقتی دکمه‌ی دوربین فشار داده می‌شود، آینه کنار می‌رود و نور از لنز به‌مدتی کوتاه وارد دوربین می‌شود و بر روی فیلم در قسمت پشت دوربین می‌تابد و منظراه‌ای که از لنز بر روی فیلم تابیده روی آن ضبط می‌شود.

تاریخ عکاسی

► عكس پیتومن

قدیمی‌ترین عکسی که در دست است، توسط ژوزف نیپس فیزیکدان فرانسوی (۱۷۴۵-۱۸۲۳) در سال ۱۸۲۷ گرفته شد. به جای استفاده از فیلم عکاسی، وی از یک ورقه فلز پیوتر با پوششی از یک ماده‌ی قیر مانند بنام بیتومن استفاده کرد. برای گرفتن این عکس نور باید به مدت ۸ ساعت وارد دوربین ابتدایی او می‌شد.



► روش داگوئر

لوئیس داکوئر نقاش فرانسوی
(۱۷۸۷-۱۸۵۱) در سال ۱۸۳۹،
روشن‌تری برای گرفتن عکس ابداع کرد.
این روش که به شیوه‌ی داکوئر معروف
است، تصاویر را روی صفحات ترقه‌ای
با پوششی از یک ترکیب شیمیایی نقره
که حساس به نور بود ثبت می‌کرد. این
تصاویر که در چند دقیقه گرفته می‌شدند
از نظر وضوح و جزئیات خوب بودند.



► عکاسی پر روی کاغذ

در همان سال ۱۸۳۹، ویلیام هنری
آگس تالیوت مخترع انگلیسی
(۱۸۵۵-۱۸۷۷) اولین عکس بر روی
کاغذ را گرفت. وی از روشی متفاوت با
داگوترا استفاده کرد. دوربین او تصویری
معکوس به نام نگاتیو به وجود می‌آورد.
وی سپس با استفاده از مواد شیمیایی
این تصویر معکوس را به تصویر نهایی
بر روی کاغذ تبدیل کرد.



► عکس رنگی

در ۱۸۶۱، جیمز کلرک ماکسول
فیزیکدان مشهور انگلیسی (۱۸۳۱-
۱۸۷۹) اولین کسی بود که عکس رنگی
گرفت. او سه عکس از روبان رنگارنگ
در سه رنگ جداگانه گرفت و سپس
آن‌ها را روی یکدیگر قرار داد و یک
عکس رنگی به وجود آورد.





▲ نگاتیو سیاه و سفید

عکسی که با دوربین گرفته می شود عکس نگاتیو نامیده می شود که با آنچه از آن عکس گرفته شده تفاوت فراوان دارد. در واقع نسخه ای با ظاهر عجیب از منظره ای است که نقاط تیره و روشن معکوس جلوه داده می شوند. اگر از یک لکه ی جوهر بر روی کاغذ سفید عکس بگیرید، فیلم نگاتیو لکه ای سفید روی صفحه ای سیاه را نشان می دهد.



فیلم عکاسی

دوربین هایی که از فیلم استفاده می کنند نور را بر روی یک ورقه ی نازک پلاستیکی شفاف با لایه ای از یک امولسیون حساس به نور ثبت می کنند. این امولسیون از بلورهای ترکیبات نقره دریک ماده ی ژله مانند به نام ژلاتین تشکیل شده است. وقتی نور به مدتی کوتاه به فیلم تابانده می شود، واکنشی شیمیایی در امولسیون رخ می دهد و تصویری شکل می گیرد.



▲ نگاتیو رنگی

فیلم های رنگی نگاتیوهای رنگی تولید می کنند که در آن ها تمام رنگ های مختلف تصویر توسط رنگ های مکمل آن ها جایگزین شده اند. رنگ های تیره به صورت قسمت های روشن و رنگ های روشن به صورت قسمت های تیره نمایان می شوند.

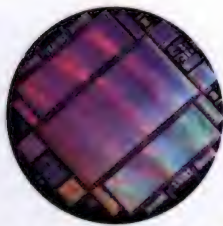
▲ اسلاید

نگاتیوهای منفی را می توان برای چاپ روی کاغذ و یا ساخت اسلاید پلاستیکی، مانند آنچه در شکل می بینید، به کار برد. اسلاید شباهت زیادی به نگاتیو رنگی اولیه دارد اما رنگ ها معکوس شده اند و طبیعی به نظر می آیند.



عکاسی دیجیتال

عکس معمولی قطعه ای کاغذ است که تصویر با استفاده از نگاتیو بر روی آن چاپ شده است. عکس دیجیتال یک پرونده ی رایانه ای است که در آن، تصویر از یک زنجیره ی اعداد تشکیل شده است. یک تصویر دیجیتال را می توان وارد رایانه کرد و آن را اصلاح، چاپ، ارسال از طریق پست الکترونیکی و یا ذخیره در وب سایت کرد.



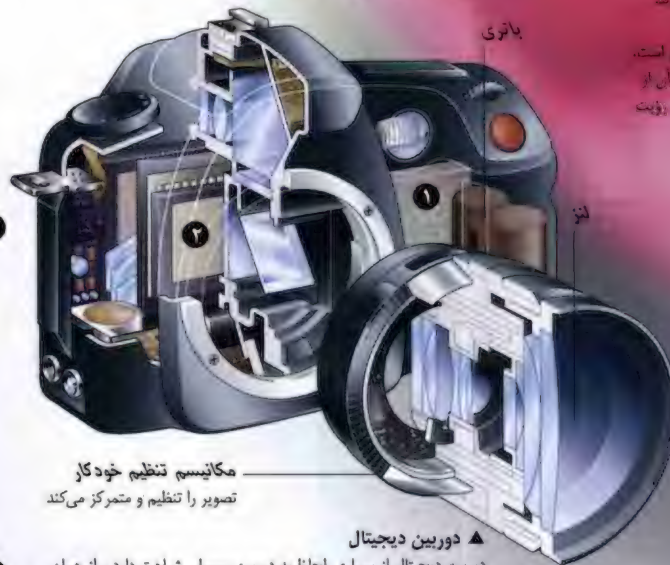
۱ حسگر

از CCD تعداد بسیار زیادی بخش های مربع شکل کوچک تشکیل شده است که در یک شبکه مرتب شده اند. هر بخش مقدار نوری را که بر آن می تابد اندازه گرفته و یک پیکسل از عکس دیجیتال را به وجود می آورد.



۲ ریزتراشه ی حافظه

CCD هر پیکسل را به یک عدد تبدیل می کند که بیانگر رنگ و روشنی آن قسمت از تصویر است. اعداد تمام پیکسل ها در یک پرونده بر روی یک ریزتراشه ی حافظه ذخیره می شوند.



مکانیسم تنظیم خودکار تصویر را تنظیم و متمرکز می کند

▲ دوربین دیجیتال

دوربین دیجیتال از بسیاری لحاظ به دوربین معمولی شباهت دارد و از همان اجزاء و کنترل های دوربین معمولی استفاده می کند. اما به جای فیلم، یک حسگر یا ریزتراشه ی حساس به نور به نام حافظه ی اطلاعات جابه جا شونده (CCD) دارد. این حسگر شعاع های نور را به یک الگوی اعداد تبدیل می کند و تمام عکس به طور یکجا به صورت یک عدد بسیار طولانی ذخیره می شود.

▲ پیکسل

یک عکس دیجیتالی از خانه های کوچکی به نام پیکسل تشکیل شده است. هر چه تعداد پیکسل ها در واحد سطح بیشتر باشد عکس دقیق تر و روشن تر است. عکس های دیجیتال بسته به مقدار جزئیاتی که نشان می دهند از وضوح (رزولوشن) ۶۴۰ یا پایین تر برخوردارند. قسمت پایین این گل از پیکسل های بزرگتر تشکیل شده و نسبتاً نامشخص است. یعنی وضوح پایینی دارد. قسمت بالای آن از پیکسل های کوچکتر و تقریباً غیرقابل رویت تشکیل شده و وضوح بالاتری دارد.



سینما

در یک فیلم سینمایی تعداد فراوانی عکس‌های ساکن به‌طور پی‌درپی و به‌سرعت بر روی پرده نمایش داده می‌شوند. چشم انسان این عکس‌ها را به‌صورت عکس‌هایی جداگانه و ساکن نمی‌بیند بلکه آن‌ها را در هم ادغام کرده و به‌صورت یک تصویر متحرک مشاهده می‌کند. فیلم‌های اولیه سیاه و سفید بودند و صدا نداشتند و یا صدا در آن‌ها بسیار اندک بود. فیلم‌های جدید رنگی بوده و صداهایی واقعی دارند و از اثرات ویژه دیجیتالی بهره می‌گیرند.

▲ اسب در حال تاختن
ادوارد موی بریج (۱۸۲۰-۱۹۰۴) عکاس آمریکایی - انگلیسی اولین کسی بود که کشف کرد اگر عکس‌های ساکن را به‌طور پی‌درپی و به‌سرعت از مقابل چشم عبور دهیم یک تصویر متحرک به‌دست می‌آید. او با استفاده از چند دوربین تصاویری پی‌درپی از حرکت اسب گرفت و با نمایش آن‌ها اسب را در حال تاختن نشان داد.



اگوست و لویی لومیر
آنچه امروز به نام سینما می‌نامیم توسط آگوست (۱۸۶۲-۱۹۵۴) و لویی (۱۸۶۲-۱۹۴۸) لومیر برادران فرانسوی اختراع شد. آن‌ها در ۱۸۹۵ اولین دستگاه نمایش فیلم را ساختند که به آن سینماتوگراف می‌گفتند. در همان سال آن‌ها اولین فیلم متحرک را ساختند و برای نشان دادن آن فیلم‌ها اولین سینما را تأسیس کردند.

e
سینما
cinema

صفحه‌ی مقابلی می‌تواند بچرخد

به تپل می‌رسد که شخص دارد به‌سرعت با فاشن غذایی خورد

▶ فناکیستوسکوپ

اولین فیلم‌های متحرک جبری در اسباب بازی‌های مکانیکی نبودند. این وسیله که در سال ۱۸۳۲ اختراع شد مجموعه‌ای از تصاویر ساکنی است که روی یک صفحه‌ی مقابلی چاپ شده‌اند. هر تصویر لحظه‌ای از یک حرکت پیوسته را نشان می‌دهد. وقتی صفحه را به‌سرعت بچرخانیم و نگاه خود را به یک نقطه‌ی ثابت بیوریم، تصاویر در یکدیگر ادغام می‌شوند و احساس حرکت به‌وجود می‌آید.



▲ استودیوی فیلمبرداری

ساخت یک فیلم به کار و تلاش گروهی فراوان نیاز دارد که گاه تا سدها بعد از آن می‌گیرد. در این هست گوناگون از فیلم‌های تاریخی، شخصیت‌های سینمایی دورین‌ها و افراد اثرات ویژه و سورپازان در حال آماده‌سازی هر صحنه‌ی فیلم (کیوبریور) می‌باشند. ریل آهن برای جابه‌جایی دوربین‌های سنگین کار گذشته شده است.



▲ تابلوی نمایش داستان فیلم

فیلم سازی هر انسانی بر هزینه است. بنابراین معمولاً با برنامه‌ریزی فراوان همراه است. پس از آن که نویسنده داستان را در اختیار می‌گیرد، هر صحنه‌هایی را که باید فیلمبرداری شود بر روی تخته تابلو به تصویر می‌کشد. کارگردان (که مسئول مجسمه‌ی نهایی فیلم است) با استفاده از این نمودار، جایگاه دوربین‌ها، نوع نورپردازی و دیگر تجهیزات را مشخص می‌کند.



اثرات ویژه‌ی دیجیتال

در مواقعی که فیلم‌ها به اثرات ویژه‌ای نیاز دارند که ایجاد آن‌ها به‌طور واقعی دشوار و یا غیرممکن است، از رایانه‌ها استفاده می‌شود. این اثرات را از آن جهت دیجیتال می‌گویند که با استفاده از فناوری دیجیتال تولید می‌شوند. فیلم‌هایی که نیازمند اثرات دیجیتال هستند ابتدا به مجموعه‌ای از عکس‌های دیجیتال تبدیل می‌شوند و سپس آن‌ها را ویرایش کرده و با شبیه‌سازی‌ها و انیمیشن‌ها در هم می‌آمیزند و یا هر نوع تغییر دیگر را که لازم باشد اعمال می‌کنند.

► مدل قاب - سیمی

هنرمندان با یک مدل قاب-سیمی (اتود)، که نقاشی ساده‌ای است که کلیات یک شخصیت را بیان می‌دهد، شروع می‌کنند. سپس یک رایانه این مدل را به مجموعه‌ی بلندی از اعداد تبدیل می‌کند که پس از اصلاح، حرکت آن شخصیت را به وجود می‌آورد.



◀ کار هنری نهایی

برای افزودن رنگ و بافت (شکل ظاهری) به تصاویر قاب سیمی و همچنین نورپردازی و دیگر اثرات ویژه از رایانه‌ها استفاده می‌شود. شخصیتی که نشان داده شده است از فیلم نقاب به کارگردانی جارلز راسل است که در ۱۹۹۴ ساخته شد.



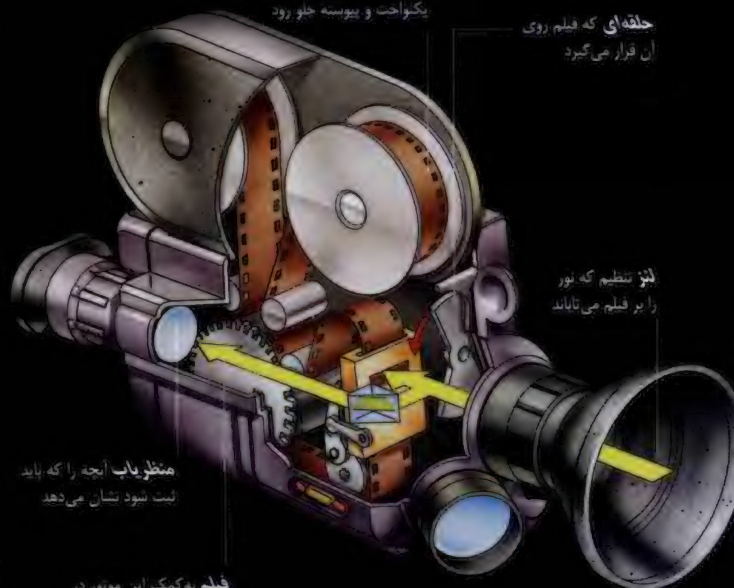
▲ سینمای پرده گسترده

فیلم‌های اکشن (حاده‌ای) وقتی روی پرده‌ی بسیار بزرگ سینمای پرده گسترده تماشای شوند، هیجان انگیزتر و خاطره انگیزتر خواهند بود. این صحنه آن قدر بزرگ است که جویه‌ی دید شما را کاملاً پر می‌کند و به‌سادگی افراد و دیگر چیزهای اطرافتان را به‌دست فراموشی می‌سپارد. و به همین دلیل به‌شدت تحت تأثیر حرکت‌های پرده قرار می‌گیرند.

سوراخ‌های چهار گوش

کمک می‌کنند که فیلم به‌طور یکپارخت و پیوسته جلو رود

حلقه‌ای که فیلم روی آن قرار می‌گیرد



لنز تنظیم که نور را بر فیلم می‌تاباند

منظوریاب آنچه را که باید ثبت شود نشان می‌دهد

فیلم به کمک این موتور در دوربین جلو می‌رود

▲ دوربین فیلمبرداری

دوربین فیلمبرداری از بسیاری لحاظ مانند دوربین عکاسی عمل می‌کند و بسیاری از اجزای آن‌ها مشترک است؛ اما دوربین فیلمبرداری به‌جای گرفتن یک تصویر در هر ثانیه ۲۴ تصویر جداگانه می‌گیرد یک موتور کوچک در داخل دوربین مکانیسمی را فعال می‌کند که فیلم را از روی یک حلقه‌ی بزرگ از مقابل دوربین عبور می‌دهد. سوراخ‌های کوچک و چهارگوش دو لایه‌ی فیلم به این منظور تعبیه شده‌اند که فیلم با سرعتی یکپارخت و مناسب از مقابل لنز عبور کند.



▲ استودیوی صدا

اغلب صدای فیلم‌ها را همزمان با فیلمبرداری صحنه‌ها ضبط می‌کنند، اما صداها ممکن است نیاز باشد در یک استودیوی ضبط، مانند این استودیو، ویرایش و اصلاح شود. وظیفه‌ی صداپرداز این است که صداها دقیقاً همگام و همزمان با تصاویر باشد. مسئولیت افزودن موسیقی به فیلم نیز از وظایف صداپرداز است.

رنگ

در یک روز آفتابی، دنیا به نظر روشن و رنگارنگ می‌آید چون چشمان ما می‌توانند تفاوت طول موج‌های نور را به صورت رنگ‌های مختلف تشخیص دهند. بعضی جانوران از عهده‌ی این کار بر نمی‌آیند و دنیایشان بی‌رنگ است. نور آفتاب در چشم ما سفید یا زرد جلوه می‌کند اما در واقع مخلوطی از بسیاری رنگ‌های مختلف است. نور رنگی یکی از چیزهایی است که ظاهر اشیاء را متفاوت از یکدیگر می‌کند. گوجه فرنگی از آن نظر قرمز به نظر می‌رسد که نور قرمز را به چشمان ما باز می‌تاباند در حالی که سیب سبز به دلیل بازتاب نور سبز، به آن رنگ دیده می‌شود.



▲ غروب آفتاب

در طلوع و غروب خورشید، که خورشید در پایین‌ترین قسمت افق قرار دارد، آسمان سرخ رنگ به نظر می‌رسد. در این دو وقت، نور خورشید پس از عبور از لایه‌ی ضخیمی از جو به زمین و آسمان بالای سر ما می‌رسد. ذرات پراکنده در جو بخش آبی نور خورشید را از زمین دور می‌کنند. نور خورشید به نظر قرمز می‌آید زیرا رنگ آبی از آن حذف شده است.



▲ تجزیه‌ی نور

وقتی نور سفید به یک منشور شیشه‌ای بتابد، در منشور می‌شکنند و رنگ‌های مختلف نور بر اساس طول موج‌هایشان از هم جدا می‌شوند. منشور نور آبی را که طول موج کوتاه‌تری دارد بیش‌تر می‌شکند و رنگ قرمز که کوتاه‌ترین طول موج را دارد کم‌تر از همه دچار انحراف می‌شود و رنگ‌های دیگر در فاصله‌ی بین آن دو قرار می‌گیرند. آنچه در سمت دیگر منشور به وجود می‌آید طیف رنگ نامیده می‌شود.



▲ رنگین کمان

رنگ‌های این رنگین کمان در اثر عبور نور آفتاب از قطرات باران به وجود آمده‌اند. وقتی آفتاب به قطره‌ی باران می‌تابد، قطره‌ی کوچک باعث می‌شود که نور سفید به رنگ‌های مختلف تجزیه شود. با وجودی که رنگین کمان از زمین به صورت نیم‌دایره دیده می‌شود اما اگر از داخل هواپیما به آن نگاه کنید به صورت یک دایره‌ی کامل به نظر می‌رسد.



► نور سفید

همانطور که منشور می‌تواند نور سفید را به رنگ‌های مختلف تجزیه کند، با افزودن نورهایی به رنگ‌های مختلف نیز می‌توان نور سفید را به وجود آورد. اگر سه چراغ قوه نورهای به رنگ‌های قرمز، آبی و سبز را روی یک نقطه متمرکز کنند، رنگ‌ها با یکدیگر ترکیب شده و نور سفید به وجود می‌آید. در جایی که نورهای قرمز و سبز روی هم افتاده‌اند رنگ زرد ظاهر می‌شود. وقتی نور قرمز و آبی مخلوط شوند به رنگ حاصل سرخابی می‌گوییم و از اختلاط رنگ‌های آبی و سبز، رنگ لاجوردی به وجود می‌آید.



► طیف رنگ

نور سفید از تعداد بی‌نهایت رنگ‌های مختلف، از بنفش در یک انتها تا قرمز در انتهای دیگر، تشکیل شده است. این نوار رنگ‌های مرئی را طیف می‌گویند. نور در انتهای آبی نسبت به انتهای قرمز طول موج کوتاه‌تر و فرکانس بالاتر دارد. بیش‌تر مردم فقط قادر به مشاهده‌ی هفت رنگ متمایز در طیف می‌باشند که عبارتند از: قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، لاجوردی و بنفش.

رنگ

نارنجی

زرد

سبز

آبی

لاجوردی

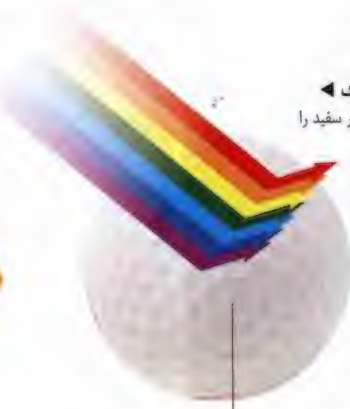
بنفش



کلاه ایمنی سیاه تمام رنگها را جذب می‌کند و هیچ کدام از رنگها را منعکس نمی‌کند



لیمو زرد است چون رنگ زرد را منعکس و بقیه‌ی رنگها را جذب می‌کند



توپ سفید رنگ تمام رنگهای نور سفید را منعکس می‌کند

مشاهده‌ی رنگ

اجسام از آن جهت رنگی به‌نظر می‌رسند که رنگ‌های مختلف نور سفید را جذب یا منعکس می‌کنند. توپ گلف به این دلیل سفید دیده می‌شود که تمام طول موج‌های نوری را که بر آن می‌تابد منعکس می‌کند. لیمو تمام طول موجها به جز زرد را جذب می‌کند و فقط رنگ زرد را منعکس می‌کند. کلاه ایمنی سیاه رنگ تمام طول موج‌های نور را جذب کرده و هیچ یک را منعکس نمی‌کند و به‌همین دلیل تاریک به‌نظر می‌آید.

رنگدانه‌های سرخابی و زرد وقتی با هم مخلوط می‌شوند فقط نور قرمز منعکس می‌شود



سرخابی



لاجوردی



سیاه

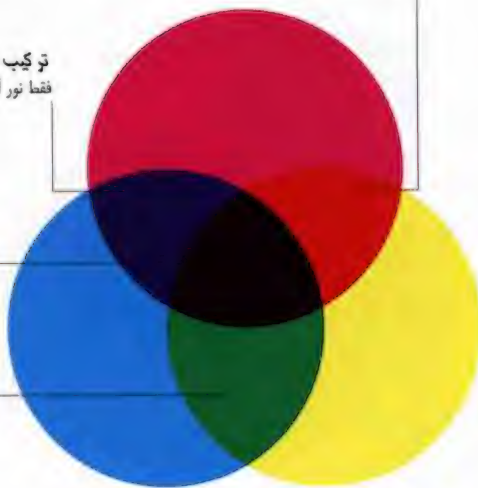


زرد

ترکیب سرخابی و لاجوردی فقط نور آبی منعکس می‌کند

همه سه رنگدانه در اختلاط یا یکدیگر فقط نور سیاه مایل به قهوه‌ای منعکس می‌کنند

ترکیب لاجوردی و زرد نور سفید را باز می‌تاباند



اختلاط رنگها

جوهرها و مرکب‌های رنگی (که گاه رنگدانه نیز نامیده می‌شوند) در اختلاط با یکدیگر به‌شيوه‌ای کاملاً متفاوت از نورهای رنگی عمل می‌کنند. هر رنگدانه نور متفاوتی را منعکس می‌کند. وقتی دو رنگدانه با رنگ‌های مختلف مخلوط می‌شوند، تعداد رنگ‌هایی که منعکس می‌کنند کاهش می‌یابد. وقتی سه رنگدانه مخلوط شوند، ترکیب آن‌ها هیچ رنگی را منعکس نمی‌کند و سیاه مایل به قهوه‌ای به‌نظر می‌آید.

چاپ رنگی

تصاویر رنگی این کتاب با چهار بار چاپ ایجاد شده‌اند. در هر چاپ، یکی از رنگها اضافه شده است. هر رنگی را می‌توان با ترکیب مقادیر صحیح سه جوهر یا مرکب رنگی سرخابی، لاجوردی و زرد به‌وجود آورد. با اختلاط این سه رنگ به‌سختی می‌توان به‌رنگ سیاه واقعی دست یافت و به‌همین دلیل است که در چاپ مرکب سیاه نیز اضافه می‌شود.



نقطه‌ها (ترام‌ها)ی بزرگ‌نمایی شده

نقطه‌های رنگ

اگر به عکس‌های رنگی این کتاب به‌دقت نگاه کنید شاید بتوانید ببینید که آن‌ها از نقطه‌های بسیار ریز به رنگ‌های لاجوردی، سرخابی، زرد و سیاه تشکیل شده‌اند. این شیوه‌ی چاپ رنگ را جدا سازی یا تفکیک رنگها می‌گویند. هر رنگ یا سایه‌ی خاکستری را می‌توان با استفاده از نقطه‌ها (ترام‌ها)ی این چهار رنگ چاپ کرد. چشم‌ها و مغز انسان نقطه‌ها را در یکدیگر ادغام می‌کند و ما تصویر را به رنگ‌های طبیعی می‌بینیم.



فیلتر آبی

این عکس با دوربینی گرفته شده که به یک فیلتر نور آبی مجهز بوده است. گل‌های سفید و زرد به آبی کم‌رنگ تبدیل شده‌اند چون فیلتر نور آبی مانع از عبور نور ضعیف قرمز و سبز شده است. گل‌های سرخ آتشین به گل‌های آبی تیره تبدیل شده‌اند چون فیلتر نور آبی، نور قرمز را جذب کرده است. فیلتر همچنین مانع از رسیدن نور سبز برگ‌ها به دوربین شده است.



الکتريسيته و مغناطيس

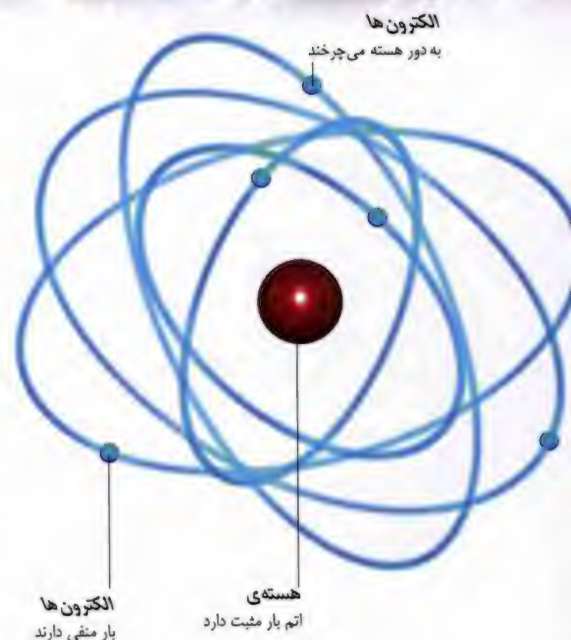
۱۴۴	تلویزیون	۱۲۶	الکتريسيته
۱۴۵	ويديو	۱۲۸	مدارها
۱۴۶	مخابرات راه دور	۱۳۰	رساناها
۱۴۷	مخابرات همراه	۱۳۱	توزيع الکتريسيته
۱۴۸	رايانه	۱۳۲	مغناطيس
۱۵۰	شبكة‌های رایانه‌ای	۱۳۴	الکترومغناطيس
۱۵۱	ابريايانه‌ها	۱۳۶	موتورهاى الکتريکى
۱۵۲	اينترنت	۱۳۷	ژنراتورها
۱۵۴	روبات‌ها	۱۳۸	الکترونیک
۱۵۶	هوش مصنوعى	۱۴۰	الکترونیک دیجیتال
۱۵۷	فناورى نانو	۱۴۲	میکروالکترونیک
		۱۴۳	رادیو

نیروی عظیم

الکتریسیته یکی از نیروهای اصلی طبیعت است و جابجه نشان می‌دهد که تا چه اندازه نیرومند است. صاعقه زمانی رخ می‌دهد که جریان‌های نیرومند هوا بارهای مثبت و منفی الکتریکی را از هم دور می‌کنند. این امر تنش عظیمی ایجاد می‌کند که در نهایت به صورت جرقه‌ی بسیار بزرگی که توسط الکتریسیته‌ی ساکن به وجود آمده است، آزاد می‌شود. الکتریسیته می‌تواند مرکب‌آر باشد ولی مهندسیین قادرند نیروی عظیم آن را کنترل کنند که یکی از موارد استفاده‌ی آن روشنایی شهرها است.

الکتریسیته

الکتریسیته چیزی نیست که بتوانید در یک باتری بخرید. یکی از اجزای اصلی تشکیل دهنده‌ی جهان است. همه‌ی چیزهای اطراف ما از اتم‌های غیر قابل مشاهده تشکیل شده‌اند و اتم‌ها ذراتی دارند که بار الکتریکی حمل می‌کنند. بار الکتریکی می‌تواند منفی یا مثبت باشد. ذراتی که بار همسان دارند همدیگر را دفع می‌کنند و ذراتی که بارهایشان مخالف یکدیگر است همدیگر را جذب می‌کنند. در اثر حرکت بارها یک جریان الکتریسیته‌ی جاری به وجود می‌آید که دنیای امروزی به شدت به آن وابسته است.



► درون اتم

همه‌ی چیزهای جهان از اتم‌ها تشکیل شده‌اند و اتم‌ها توسط بار الکتریکی در کنار یکدیگر باقی می‌مانند. در داخل یک اتم الکترون‌ها، که بار منفی دارند، دور هسته‌ای که بار مثبت دارد می‌چرخند. بارهای مثبت و منفی جذب یکدیگر می‌شوند و به همین دلیل، به ندرت اتفاق می‌افتد که الکترون‌ها از مدار خود به دور هسته خارج شوند. از آنجا که بارها یکدیگر را خنثی می‌کنند، اتم در حالت یکپارچه از نظر الکتریکی خنثی است.

گوی فلزی
در مرکز این کره‌ی
پلازما دارای بار
الکتریکی می‌شود

الکتریسیته در داخل
کره‌ی پر شده از گاز
به سمت دیواره‌ی
شیشه‌ای حرکت می‌کند

پلاسمای نورانی

این گوی پلازما اثرات حیرت‌انگیز و زیبایی الکتریسیته‌ی ساکن را نشان می‌دهد. گوی فلزی وسط آن بار الکتریکی با ولتاژ بسیار بالا دریافت می‌کند که موجب فشار الکتریکی در گاز درون گوی - که فشار اندکی دارد - می‌شود. این عمل اتم‌های گاز را از هم می‌شکافد و ذراتی به وجود می‌آید که بار الکتریکی را به سمت دیواره‌ی بیرونی منتقل می‌کنند. وقتی ذرات دوباره یکدیگر می‌پیوندند تا اتم‌ها دوباره کامل شوند، نور شدیدی ایجاد می‌شود.

e⁺
الکتریسیته
electricity

الکتریسیته‌ی ساکن

به ندرت متوجه الکتریسیته‌ی اطراف خود می‌شویم چون بارهای مثبت و منفی معمولاً در تعادل با یکدیگر قرار دارند. اما وقتی دو شیء در تماس با یکدیگر قرار می‌گیرند، الکترون‌ها ممکن است بین آن‌ها نوسان کنند که باعث می‌شود هر یک از دو شیء دارای بار ساکن شوند. به عنوان مثال، هنگام شانه کردن مو، الکترون‌ها از موها به شانه منتقل می‌شوند و مو دارای بار مثبت می‌شود که حالت سیخ سیخ به خود می‌گیرد و حتی ممکن است جرقه هم بزند.

► القای الکتریسیته‌ی ساکن

اشیاء دارای بار الکتریکی جذب اشیاء بدون بار می‌شوند. این اثر را القای الکتریسیته‌ی ساکن می‌گویند که از آن در اسپری کردن رنگ استفاده می‌شود. جسمی که باید رنگ شود به زمین متصل می‌شود تا بار الکتریکی نداشته باشد. رنگ توسط دستگاه رنگ‌پاش دارای بار الکتریکی می‌شود و اثر القای الکتریسیته‌ی ساکن، رنگ را جذب چیزی می‌کند که باید رنگ شود و همه‌ی قسمت‌ها حتی پشت جسم نیز رنگ می‌شود.





الکتریسیته‌ی جاری

الکتریسیته‌ی ساکن متکی به عدم توانایی الکترون‌ها در حرکت آزادانه است و بارالکتریکی در درون جسم محبوس می‌شود. اما در بعضی مواد - عمدتاً فلزات - الکترون‌ها می‌توانند آزادانه حرکت کنند و الکتریسیته‌ی جاری به‌وجود آورند. جریان الکتریکی مقدار باری است که در هر ثانیه از یک نقطه‌ی مشخص عبور می‌کند. در بیش‌تر جریان‌ها الکترون‌ها کندتر از یک حلزون حرکت می‌کنند.

بار الکتریکی

در سطح گوی خنثی است

با به هم رسیدن ذرات نور تولید می‌شود



▲ نمایش الکتریکی

در یک کنسرت موسیقی راک مقادیر زیادی الکتریسیته توسط جریان‌های کوچک الکتریکی در میکروفن‌ها کنترل می‌شود و صداها را تولید می‌کند. در ایجاد نورهای خیره‌کننده‌ی صحنه و تصاویر بزرگ خواننده‌ها که توسط سیگنال‌های الکتریکی در بالای صحنه ایجاد شده‌اند نیز الکتریسیته به‌کار می‌رود. تمامی این نمایش توسط رایانه‌های الکتریکی کنترل و برگزار می‌شود.

◀ گرمای الکتریکی

الکترون‌ها هنگام عبور از یک فلز - مثل مس - آن را داغ می‌کنند. این گرما ممکن است حتی فلز را ذوب کند. این امر ممکن است فاجعه به‌حساب آید اما نه زمانی که از این فرایند برای جوش دادن فلزات به‌یکدیگر استفاده می‌شود. در جوشکاری، یک میله که به منبع ولتاژ پایین الکتریسیته وصل است با دو قسمت فلزی که باید به هم جوش بخورند در تماس قرار می‌گیرد. با تیخیر نوک میله، یک قوس الکتریکی بسیار درخشان تولید می‌شود که دو قطعه را به هم جوش می‌دهد. جوشکاری قوسی حتی در زیر آب نیز امکان‌پذیر است تا بتوان لوله‌ها و سکوهای نفتی را تعمیر کرد.



مدارها

مدار الکتریکی مسیری است که الکتریسیته می‌تواند در آن جریان یابد تا کاری انجام شود. جریان توسط یک منبع نیرو، مانند باتری، ایجاد می‌شود. این جریان یک فشار الکتریکی به نام ولتاژ به وجود می‌آورد که الکترون‌ها را در طول سیم به جلو می‌راند. مدارها بر دو نوعند. در یک مدار سری، یک جریان مشخص در تمام قسمت‌های مدار (سیم‌ها و لامپ‌ها و غیره) جاری است. در یک مدار موازی ولتاژی که به تمام اجزاء می‌رسد ثابت است.

حفاظت از مدارها

فیوزها سیم‌ها را در مقابل جریان‌های بیش از حدی که می‌توانند آن‌ها را بسوزانند محافظت می‌کند. فیوز رشته سیم نازکی در یک محفظه‌ی بسته است. اگر جریانی بیش از حد به فیوز برسد، رشته سیم ذوب می‌شود و مدار را قطع می‌کند. در مواردی که پوشش فلزی یک دستگاه به‌طور تصادفی به منبع الکتریسیته وصل باشد، داشتن سیم زمین مانع از ایجاد شوک الکتریکی و برق‌گرفتگی می‌شود. در این حالت جریان به‌جای این که به بدن کسی که با دستگاه تماس برقرار کرده است وارد شود به طرف زمین رانده می‌شود.



پوشش بیرونی
توسعه‌ی
طراحی شده که
خنک بماند

المان انرژی
الکتریکی را به
گرمای تغییر می‌دهد

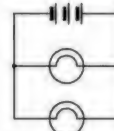
سیم‌ها انرژی را
به دستگاه می‌رسانند

▼ الکتریسیته در خانه

امروزه خانه‌ها به شدت به مدارهای الکتریکی وابسته‌اند. این مدارها نیروی برق را به دستگاه‌های الکتریکی از قبیل یخچال، تلویزیون، رادیو و غیره می‌رسانند. الکتریسیته تأمین‌کننده‌ی گرما و نور نیز می‌باشد. اگر یک جریان الکتریکی از ماده‌ای که دارای مقاومت می‌باشد عبور کند انرژی الکتریکی به گرما تبدیل می‌شود که حاصل آن ممکن است درخششی سرخ گونه باشد که در بخاری، اجاق برقی و غیره مورد استفاده است و یا درخشش سفید داشته باشد که نور لامپ روشنایی را تأمین می‌کند.

مدارها
circuits

نمودار مدار موازی

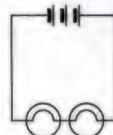


هر قسمت توسط
سیم جداگانه وصل
می‌شود

► مدار موازی

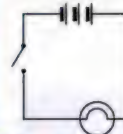
در اینجا هر قسمت توسط سیم خاص خود به مدار وصل است لذا ولتاژ تمام قسمت‌ها یکسان خواهد بود ولی هر قسمت جریان متفاوتی را دریافت می‌کند. به این ترتیب، اگر یکی از اجزاء را از مدار خارج کنیم تأثیری بر اجزای دیگر نمی‌گذارد.

نمودار مدار سری



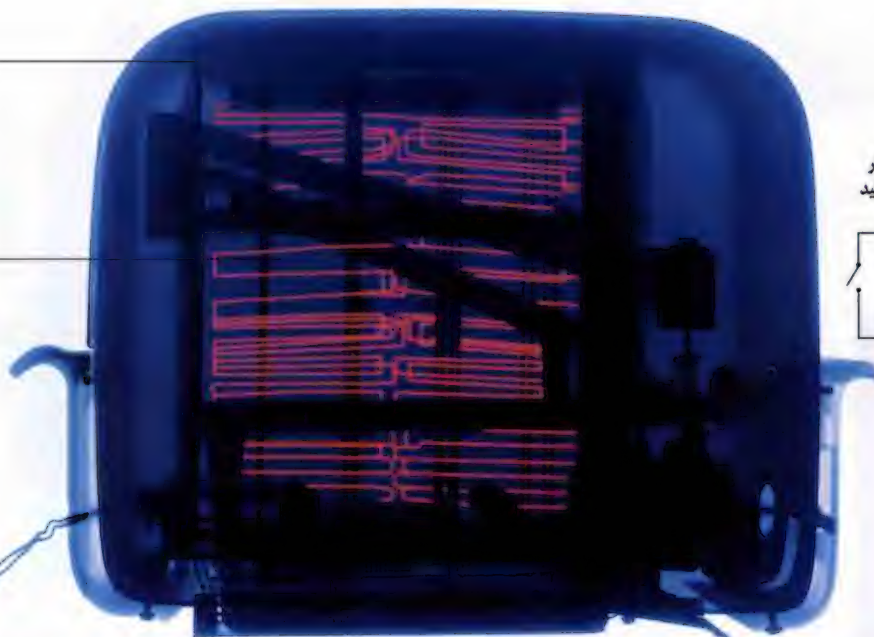
▲ مدار سری

در این مدار همه‌ی اجزاء با یک حلقه سیم به یکدیگر وصل هستند. بنابراین جریانی که در آن‌ها جاری می‌شود ثابت است. هیچ عنصری با دو سیم به دو طرف باتری وصل نیست و به همین دلیل ولتاژ هر یک از اجزاء متفاوت است. اگر یکی از اجزاء از مدار خارج شود مدار قطع می‌شود. چراغ‌های رشته‌ای چراغانی به صورت سری بسته می‌شوند و اگر یک لامپ قطع شود همه‌ی رشته خاموش می‌شود.

نمودار مدار
مجهز به کلید

▲ کنترل جریان

الکتریسیته را می‌توان در مدارها کنترل کرد تا کار خاصی را انجام دهد. ساده‌ترین کنترل الکتریکی کلید است. کلید لامپ معمولی وسیله‌ای است که جریان برق به داخل مدار را قطع می‌کند و لامپ را خاموش می‌کند. اگر کلید وجود نداشت لامپ به‌طور پیوسته روشن می‌ماند. رایانه‌ها از میلیون‌ها کلید و سوئیچ کنترل الکترونیکی برخوردارند.





اله ساندرو ولتا

ایتالیایی، ۱۷۴۵-۱۸۲۷

ولتا دانشمند ایتالیایی در سال ۱۸۰۰ اولین باتری را که ستونی از صفحات نقره و روی بود که با ورقه‌های مقوایی خیس شده در آب نمک غلیظ از یکدیگر جدا می‌شدند، ساخت. دوستش لوییجی گالوانی متوجه شده بود که وقتی پای قورباغه یا دو فلز مختلف تماس برقرار کند به شدت دچار پرش می‌شود. گالوانی ابتدا فکر کرد که قورباغه است که این اثر الکتریکی را تولید می‌کند، اما ولتا نشان داد که فلزات عامل این اثر هستند.

▶ باتری چراغ قوه

باتری‌های امروزی محفظه‌ای فولادی به دور لایه‌ای از دی اکسید منگنز و یک هسته‌ی متشکل از پودر روی هستند که هر دو با یک الکترولیت قلیایی قوی پوشانده شده‌اند. دی اکسید منگنز الکترولیت‌هایش را به روی می‌دهد. الکترولیت‌ها از طریق یک جمع آورنده به سمت قطب منفی باتری می‌روند. وقتی تمام ماده‌ی شیمیایی مصرف شود، جریان نیز قطع می‌شود.

الکتریسته در این لامپ جاری می‌شود و آن را به درخشش وا می‌دارد

محفظه و نوک فولادی پایانه‌ی مثبت باتری را تشکیل می‌دهد

پودر روی الکترولیت‌ها را دریافت می‌کند

دی اکسید منگنز الکترولیت‌هایش را به روی می‌دهد

جمع آورنده‌ی جریان

پایانه‌ی منفی

فتر با پایانه‌ی منفی باتری تماس دارد و مدار را کامل می‌کند

لامپ روشنایی

در داخل لامپ رشته سیم نازکی که به صورت حلقه و مارپیچ است تا کوتاه‌تر و ضخیم‌تر به نظر آید قرار دارد. این رشته سیم که به آن فیلامان می‌گویند در چراغ‌های روشنایی از جنس تنگستن است که فلزی است با درجه‌ی ذوب بسیار بالا و در نتیجه قادر به تحمل دماهای بالا می‌باشد. یک لامپ ۶۰ واتنی مقاومتی برابر با ۸۸۲ اهم دارد که در اتصال با یک منبع ۲۳۰ ولتی قادر است جریانی به شدت ۰/۲۶ آمپر را از خود عبور دهد.



فیلامان - رشته سیم نازک به صورت حلقه‌ی مارپیچ

میله‌های نگهدارنده‌ی فیلامان

نمودار مدار حاوی مقاومت



پایه‌ی شیشه‌ای حاوی یک فیوز

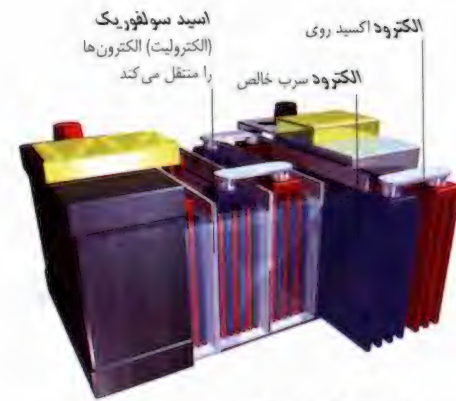
▲ مقاومت و کار

جریان الکتریکی فقط زمانی کار انجام می‌دهد که با مقاومت روبه‌رو شود و در پایان فقط گرما تولید می‌کند، اما در مسیر خود ممکن است کار جالب‌تری - مانند پخش موسیقی - نیز انجام دهد. این مقاومت ۲۳ اهمی جریانی مشابه جریان یک رادیوی کوچک دستی دارد.

قاعده‌ی پرنجی لامپ که به منبع الکتریسته وصل می‌شود

باتری

باتری انرژی شیمیایی را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. باتری شامل یک یا چند سلول (خانه) است که هر سلول دارای دو الکترود (قطعه‌ای فلزی یا از جنس دیگر) و ماده‌ای شیمیایی به نام الکترولیت است که الکترولیت بین آنها حرکت می‌کنند. جنس دو الکترود با یکدیگر متفاوت است تا یکی از آن‌ها الکترولیت‌های بیش‌تری نسبت به دیگری دریافت کند. الکترولیت‌های اضافی می‌توانند در مداری که به باتری وصل است به صورت یک جریان الکتریکی جاری شوند. برای کارهای مختلف از باتری‌های مختلف استفاده می‌شود. بعضی مثل باتری‌های چراغ قوه را می‌توان فقط یک بار مصرف کرد. بعضی دیگر، از جمله باتری‌های نیکل-کادمیم و باتری‌های اتومبیل را می‌توان شارژ و دوباره استفاده کرد.



▲ درون یک باتری اتومبیل

باتری اتومبیل را می‌توان سال‌ها به وسیله‌ی دینام اتومبیل شارژ و استفاده کرد. باتری جریان نیرومند مورد نیاز برای روشن شدن اتومبیل را نیز تأمین می‌کند. الکترودهای آن از جنس سرب و اکسید سرب هستند که در اسید سولفوریک رقیق قرار می‌گیرند.

مقاومت

الکترولیت‌ها در عبور از سیم به اتم‌های فراوانی برخورد می‌کنند که از سرعت آن‌ها می‌کاهند و باعث می‌شوند مقداری انرژی از دست بدهند. این اثر را مقاومت می‌گویند. مقاومت مقدار جریانی را که می‌تواند در هر ولتاژ خاص جاری شود محدود می‌کند. انرژی از دست رفته توسط الکترولیت‌ها سیم را داغ می‌کند - گاه آن قدر داغ که یک اتاق را روشن می‌کند.

اصطلاحات و نمادهای جریان

ولتاژ - فشار الکتریکی که جریان را در مدار جاری می‌سازد. ولتاژ را بین دو نقطه، که یکی از آن‌ها اغلب سطح زمین است، اندازه گیری می‌کنند. واحد: ولت؛ نماد: V.

جریان - حرکت بار الکتریکی در طول مدار. جریان را به صورت پاری که در هر ثانیه از یک نقطه می‌گذرد اندازه گیری می‌کنند. واحد: آمپر؛ نماد: A.

مقاومت - نیرویی که در مدار با جریان الکتریسته مقابله می‌کند. مقدار آن برابر با ولتاژ تقسیم بر شدت جریان است. واحد: اهم؛ نماد: Ω.

توان (قدرت) نرخ مصرف یا آزادسازی انرژی در یک مدار. مقدار آن برابر با ولتاژ ضربدر شدت جریان است. واحد: وات؛ نماد: W.

قانون اهم (کنورک اهم فیزیکدان آلمانی) - جریان در یک مدار برابر است با ولتاژ تقسیم بر مقاومت آن. مثلث رو به رو رابطه‌ی این سه عامل را نشان می‌دهد.



$$I \times V = R \quad R \times I = V \quad V \times I = R$$

که در آن، V (ولتاژ)، I (جریان)، و R (مقاومت) است.



گئوری اهرم

آلمانی، ۱۷۸۹-۱۸۵۴
 اهرم قوانین حاکم بر جریان الکتریسته در هادی‌ها را کشف کرد. او دریافت که دو برابر کردن ولتاژ بین دو انتهای سیم شدت جریان عبوری از سیم را دو برابر می‌کند؛ در حالی که دو برابر کردن طول سیم جریان را نصف می‌کند. مقاومت سیم متناسب با طول آن است و جریان برابر است با ولتاژ تقسیم بر مقاومت. قانون اهم در سال ۱۸۲۷ ارائه شد.

رساناها

رساناها یا هادی‌ها موادی هستند که بار الکتریکی را به صورت یک جریان الکتریسته از خود عبور می‌دهند. معمولاً بار توسط الکترون‌ها حمل می‌شود و هادی از جنس فلز است. فلزات هادی‌های خوبی هستند زیرا الکترون‌های بیرونی اتم‌هایشان پیوندی سست دارند و چنانچه ولتاژی برقرار شود می‌توانند در داخل فلز حرکت کنند. بعضی مواد تمام الکترون‌هایشان با پیوند محکم در مدار خود ثابت می‌مانند و این مواد الکتریسته را به خوبی هدایت نمی‌کنند. چنین ماده‌ای را **نارسانا** می‌گوییم.

عایق پلاستیکی مانع از برقراری جریان بین هادی‌های مسی می‌شود

مس مقاومت بسیار کمی دارد

هر یک از سیم‌های این رشته رنگ خاصی دارد تا مدار الکتریکی به درستی بسته شود

▲ سیم سه رشته‌ای

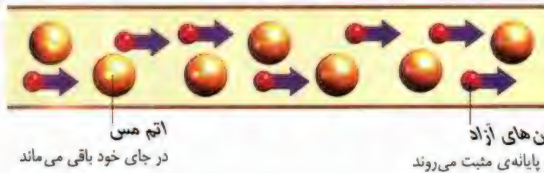
این سیم (بزرگ نمایی شده) از سه رشته سیم نازک مسی، که هر مجموعه در یک پوشش پلاستیکی قرار دارد، تشکیل شده است. مس رسانا برق و پلاستیک نارسانا است. این دو ماده در همکاری با یکدیگر برق را به وسایل الکتریکی می‌رسانند.

هیچ جریانی برقرار نیست



الکترون‌های آزاد در حال حرکت در همه‌ی جهت‌ها
 اتم مس بیش‌تر الکترون‌هایش را حفظ می‌کند
 سطح سیم

جریان برقرار است



الکترون‌های آزاد به طرف پایانه‌ی مثبت می‌روند
 اتم مس در جای خود باقی می‌ماند

▲ ابررساناها

بعضی مواد، به نام ابرهادی‌ها، تقریباً هیچ مقاومتی در برابر جریان الکتریسته ندارند. الکترون‌ها به شیوه‌ای سازمان یافته‌تر از رساناهای معمولی در آن‌ها حرکت می‌کنند. این مواد برای ساخت مغناطیس‌های الکتریکی بسیار عظیم برای اسکنرهای پزشکی به کار می‌روند، اما استفاده از آن‌ها با مشکلی رو به رو است. آن‌ها فقط زمانی عمل می‌کنند که در دماهای بسیار پایین قرار داشته باشند. بالاترین دمایی که پیشرفته‌ترین ابررسانا قادر به تحمل آن است ۱۲۵- درجه سانتیگراد است.

بازوی دکل سیم‌ها را در ارتفاع امن نسبت به زمین نگه می‌دارد

نارسانا از جنس چینی لعاب دار مانع از نشت جریان می‌شود

شیارها مانع از این می‌شوند که در هنگام بارندگی با جمع شدن آب لایه‌ای رسانا به وجود آید

▶ طرز عمل رساناها

الکترون‌های آزاد در یک رسانا در حالت عادی در تمام جهت‌ها در حرکتند. وقتی ولتاژی برقرار می‌شود، این الکترون‌ها به جای پرسه زدن در جهت‌های مختلف به سمت پایانه‌ی مثبت در این‌جا، (سمت راست) به حرکت در می‌آیند.

یکی از نشش مجموعه‌ی رشته سیم در یک سیم باریک بسیار رسانا

لایه‌ی عایق

لایه‌ی بیرونی مسی

نارساناها

نارساناها یا عایق‌ها الکتریسته را به خوبی از خود عبور نمی‌دهند- بعضی اصلاً عبور نمی‌دهند. الکترون‌های آن‌ها چنان محکم به هم پیوند خورده‌اند که فقط زمانی جابه‌جا می‌شوند که ولتاژ بسیار بالایی بر آن‌ها عمل کند. نارساناها از عناصر حیاتی در مهندسی برق هستند و از آن‌ها برای متوقف کردن جریان الکتریسته در جاهایی که نباید وجود داشته باشد استفاده می‌شود. فراوان‌ترین مواد، به جز فلزات، نارسانا هستند؛ ولی همه‌ی آن‌ها برای استفاده در مهندسی برق مناسب نیستند. قدیمی‌ترین نارساناها عبارت بودند از هوا، سفال، شیشه و لاستیک؛ که همه‌ی آن‌ها همچنان مورد استفاده‌اند؛ اما پیش‌تر نارساناهای امروزی را پلاستیک‌ها تشکیل می‌دهند.

▶ نارسانا با ولتاژ بالا

بعضی نارساناها باید تحت شرایط بسیار سخت و شدید عمل کنند. این نارساناهای دکل‌های برق باید توانایی تحمل ولتاژ ۴۴۰۰۰۰ ولت (۴۴۰ کیلوولت) را داشته باشند و بتوانند قدرت جلوگیری از نشت جریان الکتریسته‌ی سیم‌ها به زمین، حتی در یک رگبار شدید باران، را داشته باشند. این نارساناها همچنین باید بتوانند وزن سنگین کابل‌ها را تحمل کنند. پلاستیک‌ها برای چنین کاری مناسب نیستند اما ماده‌ی بسیار قدیمی - سفال - به آسانی این شرایط را تحمل می‌کند.



توزیع الکتریسیته

الکتریسیته از طریق یک شبکه‌ی عظیم نیروگاه‌ها و کابل‌ها به خانه‌ها و کارخانه‌ها و غیره می‌رسد. الکتریسیته از نیازهای حیاتی زندگی امروز است. البته الکتریسیته یک منبع انرژی نیست بلکه روشی برای جابه‌جایی آن است. بیش‌تر انرژی از نفت خام، گاز و زغال سنگ یا سوخت‌های هسته‌ای به‌دست می‌آید. این منابع برای همیشه دوام نخواهند داشت و در آینده، بیش‌تر انرژی ما باید از منابع تجدیدپذیر، مثل نور خورشید و باد، تأمین شود.

الکتریسیته از تولید تا مصرف

نیروگاه

در نیروگاه گرمای حاصل از سوخت راکتور هسته‌ای آب را جوش می‌آورد و بخار تولید می‌کند. این بخار به توربین‌ها تغذیه می‌شود و تیغه‌های آن‌ها را به چرخش وا می‌دارد. این چرخش به ژنراتورهایی منتقل می‌شود که هر یک قادرند برق کافی برای بیست قطار برقی را تولید کنند. بخار در برج‌های بزرگ خنک می‌شود و پس از تبدیل به آب دوباره مورد استفاده قرار می‌گیرد.

دکل‌های برق

الکتریسیته از طریق کابل‌های فلزی بر روی دکل‌های بلند از نیروگاه به نقاط مصرف ارسال می‌شود. برقی که از نیروگاه توزیع می‌شود ولتاژ بسیار بالاتری از آنچه در خانه‌ها نیاز است دارد. هر چه ولتاژ بالاتر باشد شدت جریان کمتر است. در شدت جریان‌های پایین برای انتقال به کابل‌های نازک‌تری نیاز است. برای اطمینان از ایمنی در مقابل برق گرفتگی در این دکل‌ها از نارسانه‌های بسیار بزرگ استفاده می‌شود.

ایستگاه‌های فرعی

برقی که به شهرها می‌رسد هنوز مناسب برای مصرف در خانه‌ها نیست زیرا ولتاژ آن بسیار بالاست. مبدل‌های ایستگاه‌های فرعی ولتاژ را کاهش می‌دهند. در یک ایستگاه فرعی بزرگ مانند این، ولتاژ برای مصرف شهری همچنان بالا است زیرا برق همچنان باید به گوشه و کنار شهر و مناطق روستایی نزدیک ارسال شود. در هر منطقه، ایستگاه‌های فرعی کوچک‌تر ولتاژ را به میزان نهایی برای مصرف در خانه‌ها می‌رسانند.

شهرها

شهرهای بزرگ شبکه‌های برق پیچیده‌ای با کیلومترها کابل و تعداد فراوانی ایستگاه فرعی دارند تا برق هزاران خانه و ساختمان تأمین شود. برخی شهرها، مثل توکیو در ژاپن که زلزله ممکن است به کابل‌های زیرزمینی آسیب برساند، از کابل‌های هوایی استفاده می‌کنند. اما در بیش‌تر شهرها برق از طریق کابل‌های بزرگ زیر زمینی توزیع می‌شود.

در خانه‌ها

وقتی دکمه‌ی اجاق یا بخاری برقی را در حالت روشن قرار می‌دهیم، گرمایی که در نیروگاه به الکتریسیته تبدیل شده بود دوباره آزاد می‌شود و می‌تواند دوباره آب را به جوش آورد. اما برای این راحتی و رفاهی که الکتریسیته در اختیارمان می‌گذارد باید بهایی پرداخت کنیم. در واقع فقط یک سوم گرمای حاصل از سوخت در هنگام استفاده از الکتریسیته به خانه‌های ما می‌رسد. بقیه‌ی آن در طول انتقال از دست می‌رود.

دایانه‌ها روند وقایع را

کنترل کرده و در صورت وجود بار بیش از حد، هشدار می‌دهند

نمایشگرها فعالیت شبکه را به نمایش می‌گذارند

اطلاعات مربوط به مولدها در هر نیروگاه

نقشه‌های شبکه‌ی توزیع و شبکه‌های برق رسانی مجاور را نشان می‌دهند



▲ مرکز کنترل شبکه

تقاضا برای الکتریسیته از یک لحظه تا لحظه‌ای دیگر متفاوت است. الکتریسیته را نمی‌توان به‌آسانی ذخیره کرد و به همین دلیل، شبکه‌های توزیع باید آماده باشند تا در کم‌ترین زمان برق را به‌جایی که نیاز است هدایت کنند. مراکز کنترل، مانند مرکزی که در تصویر بالا می‌بینید، مراقب هستند که ژنراتورها (مولدها) در زمان‌های پیش‌بینی شده‌ای که نیاز به برق بیش‌تر است - مثلاً در طول یک نمایش تلویزیونی پرطرفدار - آماده به‌کار باشند.



الکتریسیته‌ی خورشیدی

در این نیروگاه خورشیدی با استفاده از آینه‌های بزرگ نور خورشید را روی مخازن بزرگ آب می‌تابانند تا آب به جوش آید و بخار حاصل ژنراتوری را به حرکت درآورد. هر یک متر مربع نور خورشید به اندازه‌ای برق تولید می‌کند که با آن یک شاخه‌ی بخاری برقی روشن می‌شود. اگر می‌توانستیم نیروگاه‌های خورشیدی بیش‌تری بسازیم و انرژی بیش‌تری از نور خورشید را به صورت الکتریسیته درآوریم امنیت خاطر بیش‌تری به‌دست می‌آوریم و خیالمان از کمبود الکتریسیته در آینده راحت می‌شد.



مغناطيس

مغناطيس چيزی است که توانایی جذب اشیاء ساخته شده از آهن و فولاد را به آهنربا می‌دهد. آهنربا در اطراف خود فضایی با ویژگی‌های خاص ایجاد می‌کند. این منطقه را **میدان مغناطیسی** می‌گوییم. وقتی دو آهنربا به یکدیگر نزدیک می‌شوند، میدان‌های آن‌ها نیروهایی را به وجود می‌آورند که دفع یا جذب می‌کنند. کره‌ی زمین یک آهنربای بزرگ است و نیرویی که میدان مغناطیسی آن بر دیگر آهنرباها وارد می‌آورد باعث می‌شود که آن‌ها در جهت شمال - جنوب قرار گیرند. از این اثر در قطب‌نمای مغناطیسی استفاده می‌شود.

لودستون (سنگ مغناطیس)

خاصیت آهنربایی اولین بار در یک سنگ طبیعی به نام مگنتیت یا لودستون کشف شد. ویژگی عجیب این سنگ در جذب اشیاء آهنی تقریباً ۲۵۰۰ سال قبل شناخته شده بود. قرن‌ها بعد کاشفین چینی کشف کردند که یک تکه لودستون اگر بتواند آزادانه حرکت کند همواره رو به شمال قرار می‌گیرد. این کشف منجر به ساخت قطب‌نما شد.

براده‌های آهن نشان می‌دهند که قطب‌های غیرهمنام یکدیگر را جذب می‌کنند

براده‌های آهن نشان می‌دهند که دو قطب همنام یکدیگر را دفع می‌کنند

▼ مواد مغناطیسی

مغناطیسی‌ترین ماده فولاد است که آلیاژی از آهن، فلزات دیگر و کربن می‌باشد. آهن خالص وقتی در میدان مغناطیسی قرار می‌گیرد، خاصیت مغناطیسی به خود می‌گیرد اما مغناطیسی باقی نمی‌ماند. فولاد پس از مغناطیسی شدن همچنان آهنربا باقی می‌ماند.

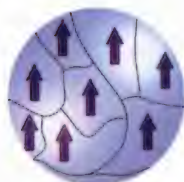
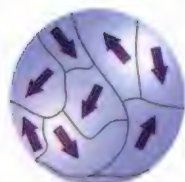
آهنربای نعل اسبی از جنس فولاد

براده‌های آهن

وسط هر دو قطب جذب می‌شوند

▲ جذب و دفع

دو انتهای یک آهنربا همواره با یکدیگر متفاوت هستند. سمتی که رو به شمال قرار می‌گیرد - البته اگر بتواند آزادانه حرکت کند - قطب شمال نامیده می‌شود. انتهای دیگر قطب جنوب است. این قطب‌های مغناطیسی تقریباً شبیه بارهای الکتریکی عمل می‌کنند. قطب‌های غیرهمنام یکدیگر را جذب و قطب‌های همنام یکدیگر را دفع می‌کنند.



دامنه‌های مغناطیسی نشده

دامنه‌های مغناطیسی شده

▲ دامنه‌های مغناطیسی

مواد مغناطیسی از هزاران آهنربای کوچک به نام دامنه‌های مغناطیسی تشکیل شده‌اند. قبل از این که یک فلز آهنربا شود تمام این آهنرباهای کوچک رو به جهت‌های مختلف دارند؛ در نتیجه اثرات آن‌ها یکدیگر را خنثی می‌کند. اما یک میدان مغناطیسی می‌تواند آن‌ها را همراستا سازد تا همه‌ی آن‌ها رو به یک جهت داشته باشند و به این ترتیب آن جسم یا ماده به آهنربا تبدیل می‌شود.

► شار مغناطیسی

آهنربا اغلب یک نگهدارنده‌ی آهنی دارد که به آهنربا مانند آن کمک می‌کند. آهنربا یک شار مغناطیسی تولید می‌کند که تقریباً شبیه جریانی است که در یک مدار الکتریکی جاری می‌باشد - گرچه در آهنربا هیچ چیز حرکت نمی‌کند. شار مغناطیسی نیرومند دامنه‌های آهنربا را همراستا نگه می‌دارد. موادی که شار بالایی از خود عبور می‌دهند دارای نفوذپذیری مغناطیسی بالایی هستند. آهن از نفوذپذیری بالایی برخوردار است و به همین دلیل نگهدارنده‌ی خوبی به شمار می‌آید.



نگهدارنده‌ی آهنی مغناطیسی شده و به آهنربا کمک می‌کند خاصیت مغناطیسی خود را حفظ نماید



میدان مغناطیسی

هر آهنربا توسط یک میدان مغناطیسی سه بعدی و نامرئی احاطه شده است. یک میدان به منطقه‌ای گفته می‌شود که چیزی از هر نقطه تا نقطه‌ی دیگر در آن تغییر کند. به عنوان مثال، در جو زمین، سرعت و جهت باد از نقطه‌ای به نقطه‌ی دیگر متفاوت است. در یک میدان مغناطیسی قوت و جهت اثر مغناطیسی متغیر است. قوی‌ترین قسمت میدان نزدیکترین قسمت آن به آهنربا است.

► قطب نمای مغناطیسی

این قطب نمای جدید سوزنی مغناطیسی دارد که قادر به چرخش است. این سوزن در راستای قطب شمال جغرافیایی زمین قرار نمی‌گیرد بلکه نوک آن به سمت قطب شمال مغناطیسی زمین است. این نقطه در شمال کانادا، در حدود ۱۶۰۰ کیلومتری قطب شمال قرار دارد. قطب شمال مغناطیسی در سال‌های اخیر تقریباً ۴۰ کیلومتر به سمت شمال در حال حرکت بوده است.



میدان مغناطیسی

به صورت خطوط نیرو از قطب شمال (خطوط قرمز) دیده می‌شود

خطوط آبی

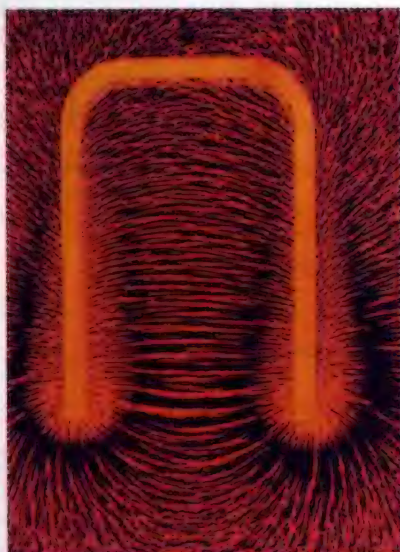
از قطب جنوب مغناطیسی

میدان مغناطیسی زمین

زمین به صورت یک آهنربای بزرگ عمل می‌کند که میدان مغناطیسی آن (موسوم به مگنتوسفر) تا مسافت‌های زیاد در فضا ادامه دارد. زمین با وجودی که مرکز از آهن ساخته شده است داغ‌تر از آن است که بتواند یک آهنربای دائمی باشد زیرا دماهای بالا خاصیت مغناطیسی را از بین می‌برد. احتمالاً این خاصیت مغناطیسی زمین ناشی از مواد مذاب پارداری است که در داخل زمین جریان دارند.

► اندازه‌گیری مغناطیس

دانشمندان میدان‌های مغناطیسی را با دستگاهی به نام مغناطیس سنج اندازه‌گیری می‌کنند. این دستگاه می‌تواند برای اندازه‌گیری میزان آهنربا بودن سنگ‌های یاستانی نیز استفاده شود. سنگ‌ها در زمان تشکیل توسط میدان زمین مغناطیسی شده بودند. سنگ‌هایی که با یکدیگر هم عصر نیستند ممکن است در جهت‌های مخالف مغناطیسی شده باشند زیرا میدان مغناطیسی زمین به دفعات معکوس شده است. دانشمندان با کنار هم گذاشتن مشاهدات خود در نقاط مختلف زمین توانسته‌اند چگونگی جابه‌جایی سنگ‌ها در طول میلیاردها سال عمر زمین را مشخص کنند.



▲ میدان در اطراف یک آهنربا

مایکل فارادی دانشمند انگلیسی (۱۷۹۱-۱۸۶۷) در اوایل قرن نوزدهم ایده‌ی میدان مغناطیسی را مطرح کرد. او پراده‌های آهن را روی یک آهنربا پاشید و آنچه را که مشاهده شد خطوط نیرو نامید که از یک قطب به قطب دیگر کشیده شده بودند. او به این وسیله توانست بسیاری از اثرات مغناطیسی را توضیح دهد. امروزه ما خطوط نیرو را نشانگر جهت میدان و فاصله‌ی بین آن‌ها را نشان دهنده‌ی قوت میدان می‌شناسیم.



▲ اسکن ام آر آی

ام آر آی (تصویربرداری مغناطیسی تشدید یافته) به پزشکان امکان می‌دهد داخل بدن بیمار را مشاهده کنند. بیمار در یک آهنربای بزرگ قرار می‌گیرد و توسط امواج رادیویی اسکن می‌شود. امواج رادیویی باعث می‌شوند ملکول‌های بدن به ارتعاش درآیند. درجه‌ی ارتعاشات بستگی به نوع ملکول‌ها دارد. قسمت‌های مختلف بدن ملکول‌های مختلف دارند، لذا هر قسمت به وضوح نشان داده خواهد شد.

الکترومغناطیس

الکترومغناطیس ارتباط دو طرفه‌ی بین الکتریسیته و مغناطیس است. یک جریان الکتریکی میدانی مغناطیسی به وجود می‌آورد و یک میدان مغناطیسی در اثر تغییر جهت یک ولتاژ ایجاد می‌کند. کشف این ارتباط منجر به اختراع **ترانسفورمر** یا (دستگاه تبدیل)، موتور الکتریکی، و ژنراتور (مولد) شد. این کشف پس از ۵۰ سال تحقق و تلاش همچنین روشن کرد که ماهیت نور چیست و منجر به اختراع رادیو شد.



▲ آهنربای الکتریکی

سیم حامل جریان برق با میدانی مغناطیسی احاطه شده است. اگر سیم را به صورت حلقه درآوریم مجموع میدان‌های حلقه‌ها میدانی نیرومندتر ایجاد می‌کند. اگر سیم به دور یک هسته‌ی آهنی پیچیده شود، میدان باز هم نیرومندتر می‌شود. آهنربای الکتریکی می‌تواند فقط یک حلقه‌ی تنها باشد (به نام سولنوئید) و یا به صورت دوشاخه باشد (مانند شکل بالا).

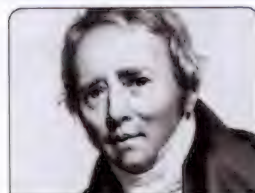


▲ آهنربای الکتریکی در عمل

از آهنربای الکتریکی در جمع‌آوری قراضه‌های آهن استفاده می‌شود. وقتی جریان برقرار باشد خاصیت مغناطیسی نیرومندی ایجاد می‌شود که به جرتقیل امکان می‌دهد مقادیر زیاد آهن و فولاد را جذب و بلند کند. هنگام تخلیه، جریان قطع می‌شود و خاصیت آهنربایی از بین می‌رود و قراضه‌ها تخلیه می‌شود.

▲ بالابری مغناطیسی

مسافران فرودگاه پودونگ در چین می‌توانند با سرعت ۴۳۰ کیلومتر در ساعت با قطاری که چرخ ندارد مسافرت کنند. این سیستم سریع جابه‌جایی که در آلمان اختراع شد با استفاده از آهنرباهای بزرگ الکتریکی قطار را در هوا نگه می‌دارد و یک میدان متحرک مغناطیسی حاصل از آهنرباهای الکتریکی در مسیر حرکت، قطار را به جلو می‌راند. از آنجا که قطار توسط آهنرباهای کمی بالاتر از سطح ریل حرکت می‌کند هیچ تکان و سر و صدای اضافی وجود ندارد.



هانس کریستین اوستد

دانمارک، ۱۷۷۷-۱۸۵۱

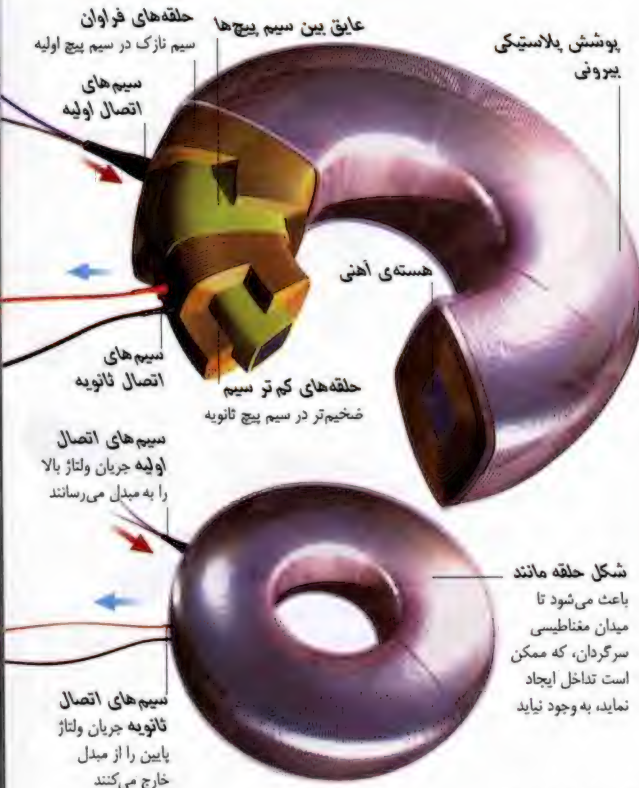
این دانشمند یود که اولین پیوند بین الکتریسیته و مغناطیس را نشان داد. وی در هنگام تدریس در دانشگاه کپنهاگ در ۱۸۲۰ با اتصال یک باتری به سیمی که از نزدیکی یک قطب نمای مغناطیسی می‌گذشت متوجه شد که سوزن قطب نما به حرکت درمی‌آید و متوجه شد که جریان الکتریسیته نیروی مغناطیسی تولید کرده است. وی این کشف انقلابی خود را در ۱۸۲۱ منتشر کرد.

ترانسفورمرها

ترانسفورمر یا مبدل با استفاده از الکترومغناطیس قدرت را بین دو مدار منتقل می‌کند. قدرت می‌تواند به شکل ولتاژ بالا و جریان پایین و یا ولتاژ پایین و جریان بالا باشد. اگر جریان متناوب باشد، یعنی به طور پیوسته جهت عوض کند، ترانسفورمرها می‌توانند هر یک را به دیگری تبدیل کنند. ولتاژهای پایین در مدارهای الکترونیکی اغلب از طریق ترانسفورمرها از ولتاژ اصلی به دست می‌آیند.



ترانسفورمرهای ایستگاه های برق
ترانسفورمرها در انتقال الکتریسیته نقش مهمی دارند. سیستم‌های جدید انتقال نیرو از جریان متناوب استفاده می‌کند که نیازمند ترانسفورمر است. در نیروگاه برق ترانسفورمرهای بزرگ ولتاژ را افزایش می‌دهند تا با بهره‌وری بیش‌تر در کابل‌ها منتقل شود. سپس در ایستگاه‌های فرعی ولتاژ را کاهش می‌دهند تا برای استفاده‌ی عمومی ایمن باشد.



▲ مبدل اصلی برق

مبدل دارای دو سیم پیچ است که به دور یک هسته‌ی آهنی پیچیده شده‌اند تا میدان مغناطیسی مشترک داشته باشند. میدان متغیری که توسط جریان متناوب در سیم پیچ اولیه ایجاد می‌شود ولتاژی را در سیم پیچ ثانویه برقرار می‌کند. اگر سیم پیچ ثانویه تعداد حلقه‌های سیمش کمتر از سیم پیچ اولیه باشد، ولتاژش پایین‌تر خواهد بود- مانند این مبدل یک دستگاه صوتی.



▲ آهنربای الکتریکی در عمل

وقتی جریان برقرار می‌شود آهنربای الکتریکی مغناطیس‌دار می‌شود. اما این امر بلافاصله صورت نمی‌گیرد. یک میدان مغناطیسی ذخیره‌ای از انرژی است و طول می‌کشد تا انرژی کافی به آن تغذیه شود. این اثر که به آن القا می‌گوییم می‌تواند برای کنترل نرخ وقوع کارها در الکترونیک استفاده شود.



مایکل فارادی

انگلیسی، ۱۷۹۱-۱۸۶۷

وقتی اوست کشف کرد که الکتریسیته می‌تواند مغناطیس تولید کند، فارادی به این فکر افتاد که آیا مغناطیس هم می‌تواند الکتریسیته تولید نماید یا خیر. وی در سال ۱۸۳۱ نشان داد که این امر میسر است، وی با عبور دادن یک آهنربا از داخل یک سیم پیچ کشف کرد که آهنربای متحرک جریانی را به وجود می‌آورد. جوزف هنری فیزیکدان آمریکایی نیز همزمان به همین کشف رسیده بود.

کف قطار بدون چرخ بر فراز یک ریل قرار می‌گیرد

فضای خالی در بالای ریل برای مقابله با برف انباشته شده

آهنرباهای الکتریکی با فاصله‌ی یک سانتیمتر پایین‌تر از ریل حرکت می‌کنند





موتور الکتریکی
به‌صورت لرمز عمل کرده و
سرعت قطار را کاهش می‌دهد.

موتورهای الکتریکی

برای حرکت دادن ماشین‌ها از موتورهای الکتریکی استفاده می‌شود. آن‌ها با استفاده از خاصیت جذب و دفع آهنربای الکتریکی نیروی الکتریسته را به نیروی مکانیکی تبدیل می‌کنند. موتورهای الکتریکی انواع مختلف دارند. موتورهای کوچک با باتری کار می‌کنند و برای راه اندازی اسباب بازی‌ها به کار می‌روند. موتورهای بزرگ‌تر که با برق کار می‌کنند در وسایل آشپزخانه کاربرد دارند. در کارخانجات از موتورهای بزرگ‌تر برای راه اندازی ماشین‌آلات سنگین استفاده می‌شود. قطارها و اتوبوس‌های برقی که از موتورهای الکتریکی استفاده می‌کنند سر و صدا و دود تولید نمی‌کنند.



نیکولا تسلا

آمریکایی، ۱۸۵۶-۱۹۴۳
تسلا موتوری را اختراع کرد که امروزه بیش‌ترین استفاده را در کارخانجات دارد. روتور به اتصال الکتریکی نیاز ندارد و به‌همین دلیل استفاده از آن موتور را قابل‌انکاتور می‌سازد. تسلا برای تأمین نیروی موتور ژنراتوری را اختراع کرد که سه جریان تولید می‌کند. این سه جریان در هم ادغام می‌شوند و میدان مغناطیسی چرخانی را به‌وجود می‌آورند که روتور را به‌گردش درمی‌آورد.

▲ قطار برقی

قطارهای شینگانزن (گلوله) ژاپنی که تا ۳۰۰ کیلومتر در ساعت سرعت می‌گیرند از موتورهای برقی استفاده می‌کنند. موتورهای الکتریکی برای قطارها بسیار مناسبند چون علاوه بر پاک و ساکت بودن، می‌توان آن‌ها را به‌جای فقط یک انتهای قطار در هر قسمت که بخواهیم قرار دهیم. این امر کمک می‌کند که قطار در فاصله‌ی زمانی کم‌تری سرعت بگیرد. این موتورها همچنین با عمل به‌صورت ژنراتور (مولد) و تبدیل حرکت به الکتریسته در کاهش سرعت قطار کمک می‌کند.

► موتور جریان مستقیم (DC)

این اتومبیل اسباب بازی توسط نیروی راننده می‌شود که با نزدیک هم قرار دادن دو آهنربای افزایش می‌یابد. یکی از آن‌ها آهنربای دائمی است. دیگری آهنربای الکتریکی چرخانی است که با باتری کار می‌کند. جریان باتری فقط در یک جهت حرکت می‌کند و به‌همین دلیل آن را موتور جریان مستقیم یا DC می‌گوییم. یک سوئیچ چرخان موتور را در حال چرخش نگه می‌دارد.



سوئیچ چرخان

با معکوس کردن اتصال‌های باتری در هر نیم دور موتور را در حال چرخش نگه می‌دارد

آهنربای دائمی میدانی مغناطیسی تولید می‌کند که روتور را به چرخش وا می‌دارد

آهنربای دائمی به‌طور متناوب روتور را جذب و دفع می‌کند تا چرخشی پیوسته ایجاد شود

سیم پیچ به‌صورت آهنربای الکتریکی عمل می‌کند

چگونگی کار یک موتور DC

جریان سیم پیچ یک ماسوره، سیم پیچ را به آهنربا تبدیل می‌کند. قطب‌های آن به‌طرف قطب‌های غیرهمنام آهنرباهای اطراف جذب می‌شوند و ماسوره به چرخش در می‌آید. وقتی قطب‌ها هم‌راستا می‌شوند، سوئیچ چرخان اتصال‌های باتری را معکوس می‌کند. قطب‌ها اکنون یکدیگر را دفع کرده و ماسوره یک نیم دور دیگر می‌چرخد. سپس اتصال‌ها دوباره معکوس می‌شوند و موتور چرخش را ادامه می‌دهد.

وقتی جریان برق برقرار شود، روتور در داخل یک آهنربا می‌چرخد

باتری جریان الکتریکی را تأمین می‌کند

قانون دست چپ فلمینگ

جریان الکتریسته و میدان مغناطیسی در تعامل با یکدیگر حرکتی را در جهت عمود بر هر دو ایجاد می‌کند. جان فلمینگ فیزیکدان انگلیسی (۱۸۴۹-۱۹۴۵) برای نشان دادن جهت حرکت یک سیم در موتور روش ساده‌ی زیر را ابداع کرد.

شست دست جهت حرکت سیم را نشان می‌دهد

انگشت اول جهت میدان مغناطیسی (شمال به جنوب) را نشان می‌دهد

انگشت دوم جهت جریان الکتریسته (مثبت به منفی) را نشان می‌دهد



موتورهای الکتریکی electric motors

ژنراتورها

ژنراتورها انرژی حاصل از منابعی چون نفت، گاز و باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. آن‌ها نیز مانند موتورهای از ارتباط الکتريسيته و مغناطيس بهره می‌برند. موتور با استفاده از جریان الکتریکی میدانی مغناطیسی تولید می‌کند که حرکت را به ما نشان می‌دهد؛ اما ژنراتور از تغییر میدان مغناطیسی حاصل از حرکت برای ایجاد ولتاژ الکتریکی بهره می‌گیرد. ژنراتورها با راندمان بالایی انرژی را تبدیل می‌کنند، اما برای راه اندازی آن‌ها مقدار زیادی انرژی به شکل سوخت هدر می‌رود.

توربین بادی

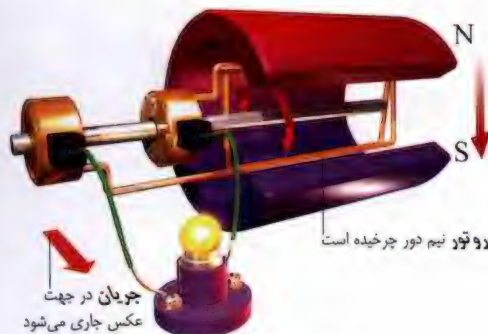
توربین بادی نمونه‌ای مدرن با طراحی علمی یک آسیاب بادی است. حرکت ملایم تیغه‌های آن در مقابل باد به چپه دنده‌ای که به آن‌ها متصل است منتقل می‌شود. چپه دنده ژنراتوری را با سرعت بسیار بالاتری که برای تولید الکتريسيته لازم است می‌چرخاند.

۱- مولد جریان متناوب چگونه عمل می‌کند
الترناتور یا مولد جریان متناوب نوعی ژنراتور است. این وسیله جریانی متناوب تولید می‌کند- یعنی جریان الکتريسيته پیوسته جهت عوض می‌کند. سیم بیج‌های الترناتور بر روی ماسوره‌ای سوارند که در داخل یک آهنربا می‌چرخد. قسمت چرخان را روتور می‌گویند. با چرخش روتور سیم‌هایش خطوط میدان مغناطیسی را قطع می‌کند و ولتاژی تولید می‌شود که جریان را در لامپ جاری می‌سازد.



جهت جریان در نیم دور اول

۲- مولد جریان متناوب چگونه عمل می‌کند
پس از نیم‌دور چرخش روتور، جهت حرکت سیم‌ها در میدان مغناطیسی معکوس و در نتیجه، ولتاژ سیم‌ها و همچنین جهت جریان الکتريسيته معکوس می‌شود. بیش‌تر مولدها از نوع الترناتور (تناوب‌ساز) هستند زیرا جریان متناوب را می‌توان با استفاده از مبدل‌ها به ولتاژ دلخواه برای هر وسیله‌ای الکتریکی تغییر داد.



جهت جریان در نیم دور دوم

قانون دست راست فلمینگ

قانون فلمینگ برای ژنراتورها نیز صادق است. اما موتورها و ژنراتورها انرژی را در جهت‌های عکس یکدیگر تبدیل می‌کنند؛ بنابراین این جهت جریان معکوس است.

شست راست جهت
حرکت سیم را نشان می‌دهد

انگشت اول جهت میدان مغناطیسی
(شمال به جنوب) را نشان می‌دهد

انگشت دوم جهت جریان
الکتريسيته (مثبت به منفی) را
نشان می‌دهد

نیروگاه بادی

برای تولید الکتريسيته‌ای معادل برقی که یک ژنراتور در یک نیروگاه تولید می‌کند به ۳۰۰ توربین بادی نیاز است. به همین دلیل است که تعداد بسیار زیادی از آن‌ها را در ردیف‌های منظم در نیروگاه‌های بادی به کار می‌گیرند. نیروگاه‌های بادی فضای زیادی را اشغال می‌کنند و به همین دلیل دانشمندان در فکرند که در آینده آن‌ها را در دریا بنا کنند. از آنجا که باد به واسطه‌ی نیروی خورشیدی به وجود می‌آید پس از پایان یافتن سوخت‌های فسیلی نیز همچنان به وزیدن ادامه خواهد داد و می‌توان از آن انرژی به دست آورد. استفاده از انرژی باد همچنین در کاهش آلودگی هوا در اثر سوختن این سوخت‌ها و نیز اجتناب از خطرات نیروگاه‌های هسته‌ای کمک می‌کند.

مولد (ژنراتور) انرژی باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند

مبدل اتصال
چپه دنده به مولد

چپه دنده چرخش
تیغه‌ها را چند برابر
می‌کند

قاپ می‌چرخد تا تیغه‌ها
رو در روی باد قرار گیرند

کابل نیروی برق را
به زمین حمل می‌کند

تیغه‌ها
در اثر انرژی باد می‌چرخند

ژنراتورها
generators

الکترونیک

الکترونیک بسیار فراتر از صرفاً الکترونیسته پیش می‌رود. الکترونیک با استفاده از ترانزیستور و دیگر اجزاء، از قبیل مقاومت‌ها و خازن‌ها، به ما امکان می‌دهد جریان‌های بزرگ الکتریکی را با جریان‌های کوچک الکتریکی کنترل کنیم. این امر دنیای جدیدی را به روی ما باز می‌کند. الکترونیک می‌تواند صدا را تقویت کند، امواج رادیویی را جاری سازد و یا داده‌های رایانه‌ای را پردازش نماید. الکترونیک نوری (اپتوالکترونیک) با استفاده از نور پیام‌ها را به سراسر جهان ارسال و کنترل می‌کند.



تیم ترانزیستور

جان باردین (چپ، ۱۹۰۸-۱۹۹۱)،
والتر براتاین (راست، ۱۹۰۲-۱۹۸۷)
و ویلیام شاکلی (وسط، ۱۹۱۰-۱۹۸۹)
در سال ۱۹۴۷ در آزمایشگاه‌های تلفن
بل در ایالات متحده وسیله‌ی کوچکی
را اختراع کردند که می‌توانست
سیگنال‌های الکتریکی را تقویت کند.
آن‌ها آن را ترانزیستور نامیدند تا آن
زمان تنها شیوه‌ی تقویت مبتنی بر
لوله‌های شکننده‌ی شیشه‌ای بود که
درون آن خلأ ایجاد می‌شد. این گروه
در ۱۹۵۶ جایزه‌ی نوبل فیزیک را
به خود اختصاص داد.

رین تراشه (میکروچیپ)
کارکرد مدار را کنترل می‌کند

ترانزیستور کوچک

سیگنال‌های کم انرژی
را کنترل می‌کند

ترانزیستور بزرگ میزان

برق به موتور را کنترل می‌کند

صفحه‌ی مدار

مدارهای الکترونیکی با ثابت قرار دادن اجزاء بر روی یک صفحه‌ی پلاستیکی دارای شیارهای مسی در یک لایه برای اتصال آن‌ها به یکدیگر ساخته می‌شوند. اجزاء را با لحیم به یکدیگر متصل می‌کنند. بعضی صفحه‌ها فقط قسمتی از یک مدار را حمل می‌کنند. این صفحه‌ها را به صفحه‌ی اصلی (مادر بُرد) وصل می‌کنند که جا برای چندین بُرد کوچک‌تر جهت ساخت یک مدار کامل دارد.

مقاومت بر روی یک پایه‌ی
سوئی قرار دارد تا داغ شدن
آن آسیبی به مدار نرساند

خازن سیگنال‌ها
را بین نقاط مختلف
مدار جابه‌جا می‌کند

اتصال لایه‌ای
به برد اصلی وصل می‌شود



نمودار کد رنگی مقاومت‌ها

مقاومت‌ها در مقادیر استاندارد ساخته می‌شوند. از آنجا که مقاومت‌ها کوچک هستند، این مقادیر را نمی‌توان بر روی آن‌ها حک کرد و به همین دلیل، برای نشان دادن مقدار آن‌ها از نوارهای رنگی چاپ شده بر روی آن‌ها استفاده می‌شود. معمولاً مقاومت‌ها از ۱۰ اهم تا ۱ مگا اهم ساخته می‌شوند.

دو نوار اول بر روی بدنه‌ی مقاومت نشان دهنده‌ی عدد است. نوار سوم به ما می‌گوید که چه تعداد صفر به آن‌ها اضافه کنیم. مقاومتی که در سمت راست کتاب نشان داده شده با نوارهای قرمز (۲)، قرمز (۲) و قهوه‌ای (۱ صفر) علامتگذاری شده که نشان می‌دهد مقدار آن ۲۲۰ اهم (Ω) است. چهارمین نوار میزان دقت مقاومت است. نوار طلایی نشان می‌دهد که مقدار مقاومت می‌تواند ۵ درصد کم تر یا بیش تر از ۲۲۰ اهم باشد.	
نوار چهارم	
طلایی: ۵± درصد	
نقره‌ای: ۱۰± درصد	
بدون نوار چهارم: ۲۰± درصد	

قطعاتی هستند که مدارهای الکترونیکی از آن‌ها تشکیل می‌شود. هر جزء نسبت به الکترونیسته به روش خاص خود واکنش نشان می‌دهد. به عنوان مثال، خازن‌ها جریان‌های پیوسته را سد می‌کنند ولی مقاومت‌ها جریان‌ها را از خود عبور می‌دهند. مهندسی با وصل کردن اجزاء صحیح به یکدیگر می‌تواند هر چیزی، از بازکننده‌ی در تا رایانه، را بسازند.

خازن

خازن‌ها بار الکتریکی را ذخیره می‌کنند. آن‌ها دو مجموعه صفحات فلزی عایق شده دارند که می‌توانند سیگنال‌ها را بین دو نقطه حمل کنند بدون این که جریان مستقیم را از خود عبور دهند. خازن‌های الکترولیتی بیش از انواع دیگر بار ذخیره می‌کنند اما برای کار کردن به یک ولتاژ ثابت نیاز دارند.



خازن الکترولیتی

خازن‌های سرامیکی

مقاومت

مقاومت‌ها جریان و ولتاژ را کنترل می‌کنند. جریانی که از مقاومت می‌گذرد با تقسیم ولتاژ بر میزان مقاومت تعیین می‌شود. به این ترتیب مقاومت می‌تواند ولتاژ را به شدت جریان مناسب تبدیل کند. از طرف دیگر، اگر جریانی از مقاومت بگذرد ولتاژی متناسب با آن تولید می‌کند.

اجزاء

نمادهای اجزاء

مهندسی الکترونیک از یک زبان تصویری استفاده می‌کند که برای هر جزء نماد خاصی دارد. در نمودار یک مدار، به جای اسم اجزاء نمادهای آن‌ها را قرار می‌دهند تا نشان دهند مدار چگونه ساخته شده است.

	مقاومت
	الکانتند
	میدل
	خازن
	خازن الکترولیتی
	دیود
	دیود نورانی
	ترانزیستور دوقطبی
	ترانزیستور اثر میدانی



ترانزیستورها

ترانزیستورها بودند که الکترونیک جدید را میسر ساختند. ترانزیستور به جریان های بسیار کوچک الکتریکی اجازه عبور می دهد و به این وسیله جریان های بسیار بزرگ تر را کنترل می کند. این کار را تقویت می گویند. ترانزیستور در واقع بین سیگنال کوچکی که می گوید چه می خواهیم انجام دهیم و نیروی الکتریکی انجام دهنده ی آن ارتباط برقرار می کند. ترانزیستورهای داخل یک رادیو می توانند سیگنال های کوچک دریافتی از آنتن را تقویت کرده و صداهای بلند تولید کنند.

ترانزیستور (ترانزیستور کنترل کننده ی سرعت)
در یک وسیله ی کم کننده ی نور چراغ

درون یک ترانزیستور

با وجودی که بیش تر ترانزیستورها امروزه بر روی ریز تراشه ها قرار دارند اما هنوز هم بسیاری به صورت جداگانه، مثل این ترانزیستور دوقطبی، به کار می روند. یک تراشه ی کوچک سیلیکانی در یک محفظه که به دقت بسته و هواگیری شده، قرار دارد. ترانزیستور از سه قسمت مختلف - سطح کننده (امپتر)، قاعده و جمع کننده (کلکتور) - تشکیل شده است. هر قسمت اتصال خاص خود به مدار را دارد و با یک سیم بسیار ظریف طلایی به پایه یا سوزن متصل می شود.



ترانزیستور مخصوص سیگنال های ضعیف

ترانزیستور قدرتی برای تقویت صدا

ترانزیستور برق فوی برای کنترل موتورها

ترانزیستورهای مختلف برای کارهای مختلف

ترانزیستورها در اندازه های مختلف ساخته می شوند. ترانزیستورهای تراشه های رایانه ای از نوع ریز تراشه ای هستند. برخی نیز ممکن است تا ۲/۵ سانتی متر باشند - به اندازه های بزرگ که یک موتور را کنترل کرده و یا صدای بلند به وجود آورند. ترانزیستورهایی که در این جا در اندازه های واقعی خود نشان داده شده اند شامل یکی از وابستگان ترانزیستورها، به نام ترانزیستور، هستند آن ها به کمک یکدیگر می توانند هر چیزی، از لامپ چراغ تا امواج رادیویی، را اداره کنند.

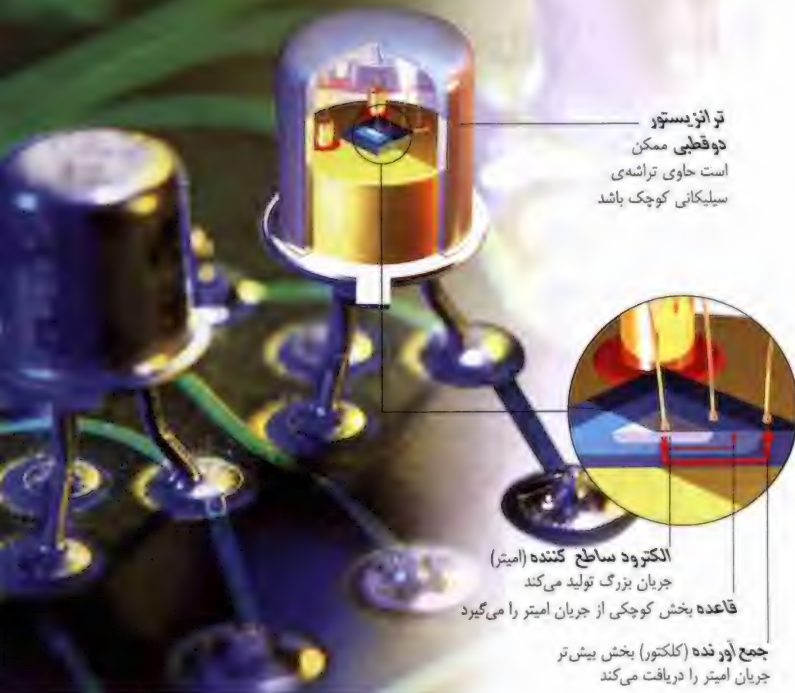
الکترونیک نوری

الکترونیک نوری (اپتوالکترونیک) الکترونیک و نور را در هم می آمیزد. ساده ترین وسیله ی آن مقاومت متکی به نور (LDR) است که در لامپ هایی استفاده می شود که به خودی خود در شب روشن می شوند. دیودهای نورانی (LED) در چراغ اتومبیل و دوچرخه و دیگر دستگاه های سیگنال دهنده، مثل دستگاه کنترل تلویزیون، استفاده می شوند. دستگاه های پخش DVD از دیود لیزری بهره می گیرند که یک دستگاه الکترونیک نوری است که نور خالص مورد نیاز برای خواندن دیسک را تولید می کند.



▲ دیودهای نورانی (سطح کننده ی نور)

دیود نورانی (LED) تراشه ی بسیار کوچکی از یک ماده در داخل یک محفظه ی پلاستیکی است. وقتی جریان از آن عبور می کند نورانی می شود. این نور بسته به جنس تراشه می تواند رنگ های مختلف داشته باشد. بیش تر LED ها حاوی عنصر نادر گالیوم هستند. وقتی این عنصر با نیتروژن و ایندیم که یک عنصر نادر دیگر است ترکیب می شود نور آبی ساطع می کند؛ ولی با آرسنیک و فسفر نور قرمز تولید می کند.



جریان بزرگ از امپتر به کلکتور جاری می شود

جریان کوچک از امپتر به قاعده جاری می شود

ترانزیستور چگونه کار می کند

در حالت عادی، جریان الکتریسته بین امپتر ترانزیستور و کلکتور آن توسط قاعده متوقف است. اما وقتی یک جریان کوچک حاوی یک سیگنال از امپتر به قاعده جاری می شود تعداد زیادی الکترون از قاعده می گذرند و جریان بزرگ تری را از امپتر به کلکتور به وجود می آورند. این جریان نسخه ای از سیگنال اصلی است که ترانزیستور آن را تقویت می کند.

با عبور جریان از LED نور ساطع می شود

اتصال مثبت اتصال منفی

محفظه ی پلاستیکی

که طوری طراحی شده که به صورت لنز عمل کند

اجزای مدار به وسیله ی لحیم به هم وصل می شوند

▶ کنترل از دور

وقتی کانال تلویزیون را عوض می کنید، یک LED در دستگاه کنترل از راه دور سیگنال های نامرئی نور فروسرخ (مادون قرمز) را به سمت تلویزیون ارسال می کند. این سیگنال ها توسط یک ترانزیستور حساس به نور (فوتوترانزیستور) در قسمت جلوی تلویزیون دریافت می شود. پالس هایی که توسط یک ریز تراشه در داخل یک دستگاه کنترل تولید شده اند تشکیل یک کد می دهند که به تلویزیون می فهماند چه باید کند.

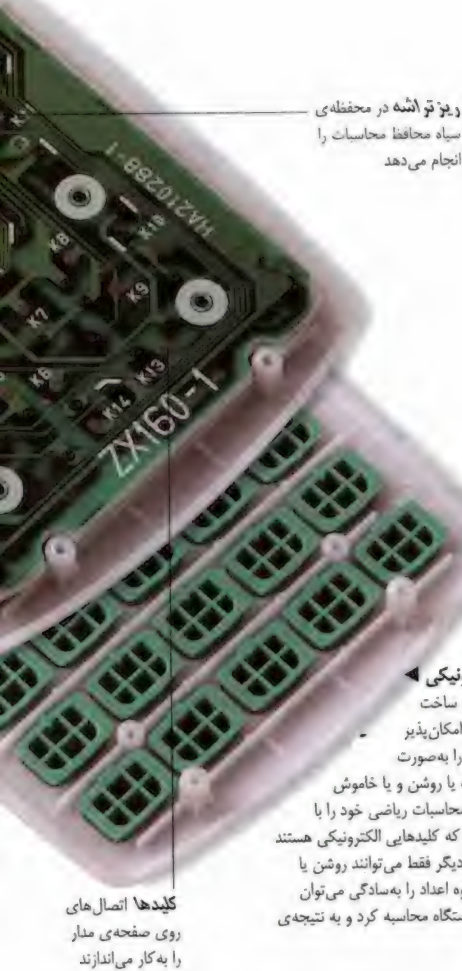
وقتی دکمه فشار داده شود سیگنالی به ریز تراشه ارسال می شود

ریز تراشه

باتری ها نیروی مدار و LED را تأمین می کنند

الکترونیک دیجیتال

الکترونیک آنالوگ ساده‌ترین نوع الکترونیک، با سیگنال‌های پیوسته عمل می‌کند که این سیگنال‌ها امواجی صوتی هستند که در اثر افت و خیز یکنواخت ولتاژ با افت و خیزی یکنواخت از یک مدار آنالوگ می‌گذرند. اما الکترونیک دیجیتال به گونه‌ای دیگر عمل می‌کند. سیگنال‌ها با استفاده از **نمونه‌سازی** به رشته‌هایی از اعداد تبدیل می‌شوند که توسط مدارهای الکترونیکی به شیوه‌ی ریاضی پردازش می‌شوند.



سیگنال الکتریکی
آنالوگ موجی پیوسته
و یکنواخت است

▶ آنالوگ - ساده ولی پرخطر

شیارهای مارپیچ یک صفحه‌ی موسیقی (که در اینجا همراه با سوزن گیرنده بزرگ‌نمایی شده است) تقلیدی از موج اولیه‌ی صدا است. سوزن گیرنده موجی الکتریکی دقیقاً به همان اندازه‌ی افت و خیز خود به وجود می‌آورد. متأسفانه هر چیزی را که روی دیسک پیدا کند با امانتداری کامل بازسازی می‌کند - و بریدگی‌ها و شیارها را هم به صورت صدا و پارازیت پخش می‌کند.



◀ دیجیتال - پارازیت کم تر

سطح CD هیچ شباهتی به امواج اولیه‌ی صدا ندارد. قبل از این که صدا بر روی صفحه ضبط شود، مدارهای دیجیتال الکترونیکی صدا را به الگوهای پیچیده‌ی خاموش - روشن تبدیل می‌کنند که به صورت مجموعه‌ای از بریدگی‌ها بر روی پلاستیک حک می‌شود. این الگوها به دستگاه پخش امکان می‌دهند فقط موسیقی و صدای ضبط شده را پخش کند و بریدگی‌ها و خش‌ها را نادیده بگیرد.

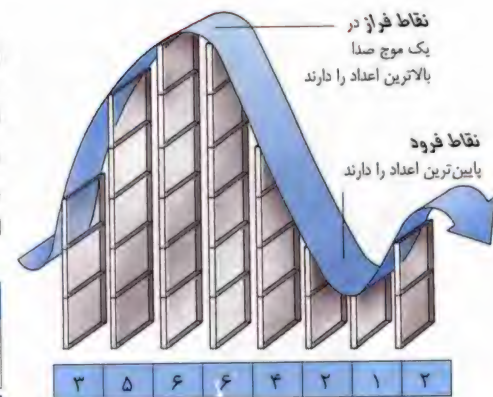
سیگنال دیجیتال متشکل از
گام‌ها یا پالس‌های انفرادی است

▶ ماشین حساب الکترونیکی

بدون الکترونیک دیجیتال ساخت ماشین حساب‌های جیبی امکان‌پذیر نبود. این دستگاه‌ها اعداد را به صورت سیگنال‌های الکتریکی که یا روشن و یا خاموش هستند درک می‌کند زیرا محاسبات ریاضی خود را با ترانزیستور انجام می‌دهند که کلیدهایی الکترونیکی هستند که مثل همه‌ی کلیدهای دیگر فقط می‌توانند روشن یا خاموش باشند. در این شیوه اعداد را به سادگی می‌توان توسط مدارهای منطقی دستگاه محاسبه کرد و به نتیجه‌ی صحیح دست یافت.

نمونه‌سازی

قبل از این که یک سیگنال بتواند توسط الکترونیک دیجیتال پردازش شود باید به شکل دیجیتال درآید. در نمونه‌سازی، مدارهایی به نام مبدل «آنالوگ به دیجیتال» در هر ثانیه هزاران اندازه‌گیری سیگنال انجام می‌دهند. اندازه‌گیری‌ها سپس به شکل دو-دویی در می‌آیند که نوعی نوشتن اعداد با استفاده از فقط دو رقم است که در سویچ‌های روشن - خاموش الکترونیکی به کار می‌رود.



▲ از موج به اعداد

صوت دیجیتالی با یک مدار الکتریکی آغاز می‌شود که حدود ۴۴۰۰۰ بار در ثانیه سیگنال صوتی آنالوگ را نمونه‌سازی می‌کند. برای ثبت بالاترین فرکانس‌ها (سرعت ارتعاش) در موج صدای اولیه به این تعداد نمونه‌سازی نیاز است: سپس مقدار هر نمونه‌سازی برای هر ۲۰ میلیونیم ثانیه - زمان مورد نیاز برای تبدیل آن به شکل دو-دویی - توسط مدار ذخیره می‌شود.

▶ پردازش CD

نمونه‌سازی منحصر به صدا نیست. برای تبدیل تصاویر در دوربین یک گوشی همراه به صورت دیجیتال نیز استفاده می‌شود. در این روش، تصویر به هزاران مربع نمونه‌ی بسیار کوچک، به نام پیکسل، تقسیم می‌شود. رایانه‌ی کوچکی در داخل گوشی نمونه‌ها را پردازش کرده و یک تصویر ساده شده می‌سازد که می‌تواند با سرعت بیشتری به گوشی شخص دیگری ارسال شود. سپس گوشی شخص گیرنده دوباره نمونه‌ها را به صورت تصویر اولیه درمی‌آورد.

۳	۵	۶	۶	۴	۲	۱	۲
۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰
۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰

▲ کد عددی

اعداد مربوط به موج صدای نمونه‌سازی شده در یک دو-دویی پردازش می‌شود که فقط از دو رقم ۱ و صفر استفاده می‌کند. رقم ۱ نشان دهنده‌ی «روشن» و صفر بیانگر «خاموش» است. به این ترتیب نمونه‌ها را می‌توان به صورت پالس ارسال کرد. این پالس‌ها با استفاده از یک کد پیچیده‌ی اصلاح خطا بر روی CD ضبط می‌شود تا CD در مقابل خش یا خش‌ها مقاوم‌تر باشد.



مدارهای منطقی

رایانه‌ها با تقسیم مسأله‌های بزرگ به هزاران مسأله‌ی کوچک‌تر عمل می‌کنند. آن‌ها سپس این مسأله‌های کوچک را یکی یکی حل می‌کنند تا به انتها برسند. تمام کار توسط دروازه‌های منطقی - مدارهایی که از قوانین منطق پیروی می‌کنند - انجام می‌شود. هر دروازه‌ی منطقی فقط از یک قانون ساده - مثلاً این که بگوییم C صحیح است فقط اگر A و B صحیح باشند - پیروی می‌کند. چنانچه تعداد دروازه‌ها کافی باشد رایانه می‌تواند هر مسأله‌ای را که صرفاً منطقی باشد حل کند. بیش‌تر میلیون‌ها ترانزیستوری که در یک رایانه به کار رفته‌اند در دروازه‌های منطقی به کار گرفته شده‌اند.

سیم‌کشی چاپ‌شده
سیگنال‌های کنترل را
به نمایشگر می‌رساند

صفحه‌ی مدار چاپ شده حامل
اجزایی است که به یکدیگر وصل
شده‌اند

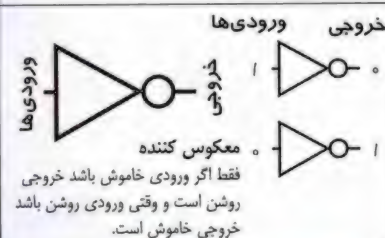
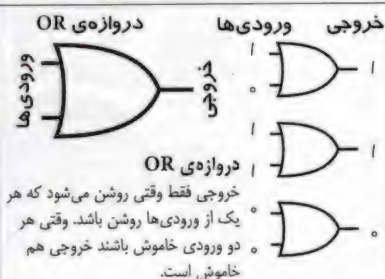
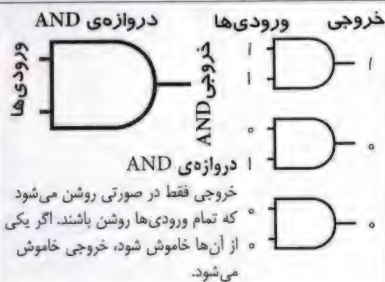


▲ تراشه‌ی منطقی

تراشه‌های پیچیده و بزرگ مدارهای منطقی اغلب توسط تراشه‌های منطقی کوچک‌تر حمایت می‌شوند. هر یک از این‌ها شامل فقط چند دروازه‌ی منطقی هستند. دروازه‌ها از ترانزیستورها و مقاومت‌هایی ساخته می‌شوند که بر روی یک سطح سیلیکان نصب شده‌اند. در اینجا قسمتی از یک تراشه‌ی منطقی حاوی سه دروازه‌ی AND (و) نشان داده شده است. سیم‌های اطراف لبه، تراشه را به بقیه‌ی مدار وصل می‌کنند.

دروازه‌های منطقی

سیگنال‌های منطقی روشن (۱) و خاموش (۰) می‌شوند تا صحیح یا غلط بودن را نشان دهند. دروازه‌ها می‌توانند هر تعدادی ورودی داشته باشد اما فقط یک خروجی خواهند داشت. یک معکوس‌کننده همواره فقط یک ورودی دارد. در اینجا دو مثال از دروازه‌های منطقی ارائه شده است.



ماشین حساب

بالاها اعداد را به ریز تراشه می‌فرستند



گاتفرید لایبنیتس

آلمانی، ۱۶۴۶-۱۷۱۶

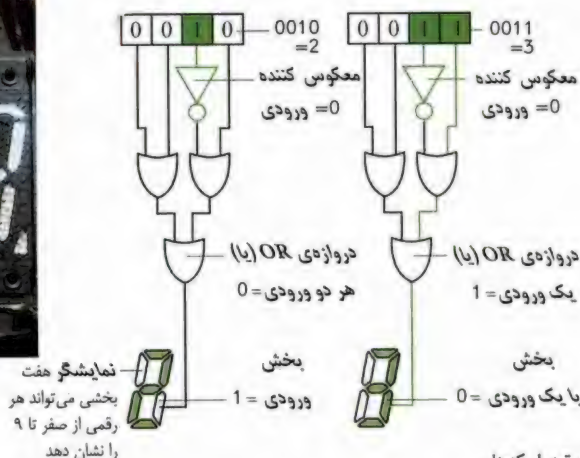
در چین باستان یا سیستم دو-دویی آشنا بودند اما لایبنیتس ریاضیدان آلمانی در سال ۱۷۰۳ برای اولین بار در مورد آن نوشت. اما او در آن زمان فقط به مفهوم فلسفی آن علاقه‌مند بود زیرا قبل از ظهور رایانه‌ها مورد استفاده‌ی چندانی نداشتند. لایبنیتس یکی از مخترعین جبر است-شاخه‌ای از ریاضیات که در علوم اهمیت فراوانی دارد.

الکترونیک دیجیتال
digital electronics



▲ نمایش

بسیاری از دستگاه‌های ضبط و پخش ویدیویی و DVD با استفاده از چنین دستگاهی اعداد و اطلاعات دیگر را نشان می‌دهند. این وسیله را نمایش فلوروسنت خلأ می‌گوییم. وقتی ولتاژ به یکی از سیم‌های بالا داده شود فقط یک بخش با نور سبز می‌درخشد. ولتاژ از مداری منطقی تغذیه می‌شود که شبیه مداری است که در سمت راست می‌بینید.



▲ تبدیل کدها

مدارهای منطقی برای تبدیل یک کد به کدی دیگر مناسب هستند. تصاویر بالا بخشی از یک مدار را نشان می‌دهند که ارقام صفر تا ۹ در شکل دو-دویی را به ارقامی که قابل خواندن برای مردم باشند تبدیل می‌کند. سه دروازه و یک کنترل معکوس‌کننده بخش پایین راست نمایش یک ساختار هفت بخشی را کنترل می‌کنند. انتخاب دروازه‌ها و شیوه‌ی اتصال آن‌ها به یکدیگر به گونه‌ای است که مثلاً این بخش در هر رقم دیگر به جز رقم دو روشن باشد.

میکرو الکترونیک

در میکروالکترونیک، اندازه‌ی مدارها تا حد میکروسکوپی کوچک شده است و فناوری رایانه‌ها و تلفن‌های همراه را در بر می‌گیرد. میکروالکترونیک با یک اختراع حیاتی آغاز شد: روش ساخت ترانزیستورها و دیگر اجزا بر روی صفحه‌ی سیلیکان. ریزتراشه (همچنین موسوم به تراشه‌ی سیلیکان یا مدار مجتمع) یک مدار کامل است که فقط چند میلیمتر طول و عرض دارد. ریزتراشه‌ها قابل اتکا و ارزان هستند و تجهیزات الکترونیک را کارآمدتر، کوچک‌تر و اقتصادی‌تر ساخته‌اند.

► تصویر پرتو ایکس یک دستگاه پخش CD

بدون بهره‌گیری از میکروالکترونیک، محاسبات پیچیده‌ای که امکان پخش موسیقی توسط یک دستگاه پخش CD را به وجود می‌آورد باید به‌وسیله‌ی توده‌ای از مدارهای جداگانه انجام می‌شد. در نتیجه دستگاه پخش CD به بزرگی یک یخچال می‌بود و بسیار گران تمام می‌شد. ولی تمام این محاسبات توسط فقط یک تراشه انجام می‌شود و به همین دلیل است که می‌توانید دستگاه را به قیمت ناچیز بخرید و یا در جیب خود بگذارید. تراشه‌های دیگر عملکرد و صفحه‌ی نمایش اطلاعات دستگاه را کنترل می‌کنند.



پردازشگر سیگنال کدهای روی CD را به موسیقی تبدیل می‌کند



رابرت نویس

آمریکایی، ۱۹۲۷-۱۹۹۰
رابرت نویس مهندس آمریکایی ریزتراشه‌های ساخت که جد مستقیم ریزتراشه‌های امروزی است، او برای ساخت ریزتراشه‌اش فرایندی را که همکاری‌اش ژان هورنی به کار برده بود و بر روی سطح صاف یک ورقه‌ی سیلیکان ترانزیستورهایی به وجود آورده بود، مورد استفاده قرار داد. نویس متوجه شد که این فرایند برای ساخت ریزتراشه‌ها بسیار مناسب است و کشف کرد که چگونه ترانزیستورها را با یک لایه‌ی فلزی به یکدیگر وصل کند.



تراشه‌ی منطقی برای کنترل دستگاه پخش CD



► هویت مخفی

این بسته‌ی تیغ حامل یک ریزتراشه است. ریزتراشه آنتن رادیویی کوچکی دارد که در پاسخ به امواج رادیویی اطلاعات ذخیره شده در خود را بیرون می‌فرستد. این وسیله می‌تواند با حذف بارکد خوانی مشتریان مغازه را سریع‌تر راه بیندازد. چنین تراشه‌هایی را تراشه‌های هویتی فرکانس رادیویی (RFID) می‌گویند و هم اکنون در شناسایی حیوانات خانگی کم شده مورد استفاده هستند.

آنتن رادیویی اطلاعات را ارسال می‌کند



ریز تراشه کدهای هویتی را ذخیره می‌کند

ساخت یک ریز تراشه

► سیلیکان خالص

سیلیکان که از ماسه به دست می‌آید، در کوره ذوب می‌شود و یک بلور کوچک سیلیکان به سیلیکان مذاب و داغ اضافه می‌گردد. در اطراف آن، بلور بزرگی شکل می‌گیرد که به تدریج بیرون کشیده می‌شود و یک بلور دراز و سوسیس مانند از سیلیکان خالص به دست می‌آید. این بلور را به ورقه‌های بسیار نازک می‌برند و در ریزتراشه‌ها به کار می‌برند. به این دلیل سیلیکان استفاده می‌شود که می‌توان با افزودن ناخالصی‌ها ویژگی‌های الکتریکی آن را تغییر داد.

► پوشش و حک

هر ورقه گرما داده می‌شود تا یک لایه‌ی دی اکسید سیلیکان به وجود آید و سپس آن را با یک لایه‌ی حساس به نور می‌پوشانند و از طریق یک ماسک (شیشه آنچه در این جا می‌بینید) در معرض نور فرابنفش قرار می‌دهند. نور بعضی قسمت‌های لایه‌ی رویی را سخت می‌کند و در نقاط سخت نشده می‌توان دی اکسید را برداشت و الگویی از سیلیکان لخت و آماده برای دویینگ به دست می‌آید.



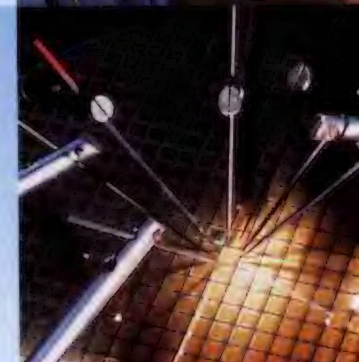
► دویینگ

ورقه‌ی سیلیکان را در کوره‌ای پر از گاز حاوی عنصر دیگری مانند آرسنیک حرارت می‌دهند. این فرایند که به دویینگ یا آلایش معروف است ناخالصی‌هایی را به سیلیکان می‌افزاید و ویژگی‌های الکتریکی آن را تغییر می‌دهد. ترکیبات مختلف گرما و مواد شیمیایی ترانزیستورها و دیگر اجزا را بر روی سیلیکان به وجود می‌آورند. هر لایه بارها تحت فرایند پوشش، حک و دویینگ قرار می‌گیرد.



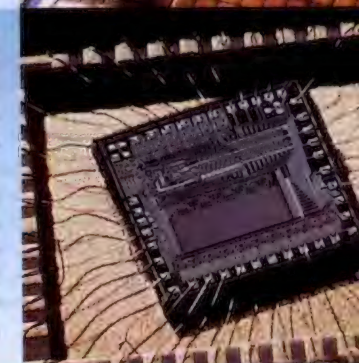
► کنترل کیفیت

تجهیزات آزمون کنترل شده یا رایانه هر قطعه را از منظرهای مختلف بررسی می‌کند تا مطمئن شوند که تراشه به خوبی کار می‌کند. هر چند در طول ساخت تراشه‌ها کارکنان لباس‌های محافظ می‌پوشند اما باز هم بعضی تراشه‌ها در اثر ذرات غبار و غیره خراب می‌شوند. قسمت‌های خراب تراشه را علامتگذاری می‌کنند تا در مرحله‌ی بازیافت آن‌ها را اصلاح کنند.



► بسته بندی

سوزن‌های فلزی با جوش دادن سیم‌های بسیار نازک طلا به تراشه اضافه می‌شوند. سپس تراشه را در یک پاکت محافظ پلاستیکی یا جعبه‌ی سرامیکی می‌گذارند طوری که سوزن‌ها رو به بالا باشند. سپس سوزن‌ها را با لیمیم مسی روی یک ورقه‌ی پلاستیکی نازک لیمیم یا به اصطلاح «چاپ» می‌کنند. گاه چندین تراشه یک مدار را تشکیل می‌دهند و بعضی تراشه‌ها مانند تراشه‌های حافظه بر روی پایه‌ها قرار می‌گیرند.



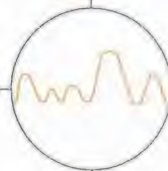
رادیو

رادیو برای ارسال امواجی که باید با سرعت نور در فضا حرکت کنند به همکاری الکترونیسته و مغناطیس متکی است. وقتی رادیوی خود را روشن می‌کنید صداهایی را می‌شنوید که توسط امواج رادیویی و در قالب الکتریکی به شما رسیده‌اند. **رادیوی دیجیتالی** بارانی از داده‌های دیجیتالی است که ده‌ها برنامه را حمل می‌کند و توسط صداها موج رادیویی مختلف به شما رسیده‌اند.

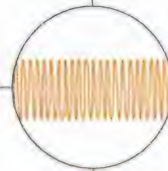
۱ در استودیو یک میکروفون صدای گوینده و موسیقی را دریافت می‌کند



۲ صدا به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شود



۳ فرستنده رادیو یک موج رادیویی ایجاد می‌کند



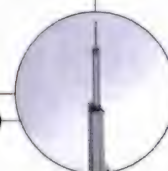
۴ سیگنال صدا دامنه‌ی موج رادیویی را تغییر می‌دهد



۵ موج تلفیق یافته رادیویی تقویت می‌شود



۶ آنتن فرستنده موج رادیویی را در فضا رها می‌کند



بلندگی جریان الکتریکی را به ارتعاشات تبدیل می‌کند و صدا به وجود می‌آید

۸

رادیوی ای ام

ساده‌ترین نوع ارسال امواج رادیویی است که دامنه یا قوت موج رادیویی را وادار می‌سازد شکل یک موج صوتی را به خود بگیرد. این کار را تلفیق دامنه یا ای ام (AM) می‌گویند. یک مدار در گیرنده امواج رادیویی را به سیگنال‌های صوتی تبدیل می‌کند. این سیگنال‌ها تقویت و به بلندگوها تزریق می‌شود.

با چرخاندن این کنترل ایستگاه انتخاب می‌شود

آنتن برای دریافت امواج متوسط

آنتن موج کوتاه و اف ام

سوئیچ (کلید) برای انتخاب موج

ورودی هدفون (گوشی) صدای بلندگو را قطع و صدا را به طور اختصاصی دریافت می‌کند

آنتن گیرنده موج رادیویی را از فرستنده دریافت می‌کند

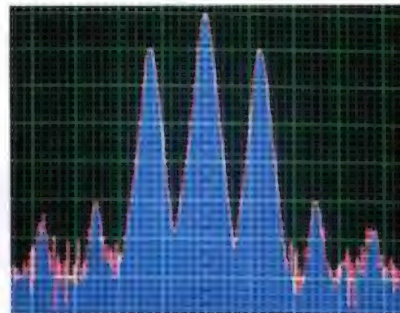
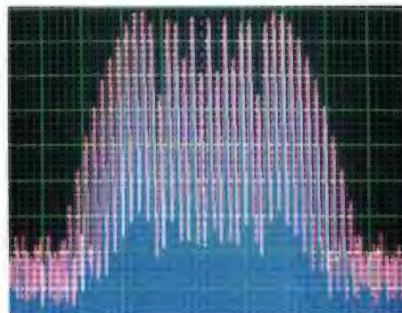
آنتن فرستنده موج رادیویی را در فضا رها می‌کند

امتیازات دیجیتالی

رادیوی دیجیتالی فقط به یک مجموعه فرکانس تنظیم می‌شود و به همین دلیل وقتی در حال حرکت هستید نیازی به چرخاندن رادیو و قرار گرفتن آن در مسیر آنتن نیست. بخش دیجیتالی نیز در مقابل تداخل‌ها مقاوم است چون به طور همزمان از فرکانس‌های فراوان و متعددی استفاده می‌کند. تداخل معمولاً فقط در تعداد اندکی از فرکانس‌ها اثر می‌گذارد و در نتیجه، اثر چندانی بر کلیت برنامه نمی‌گذارد.

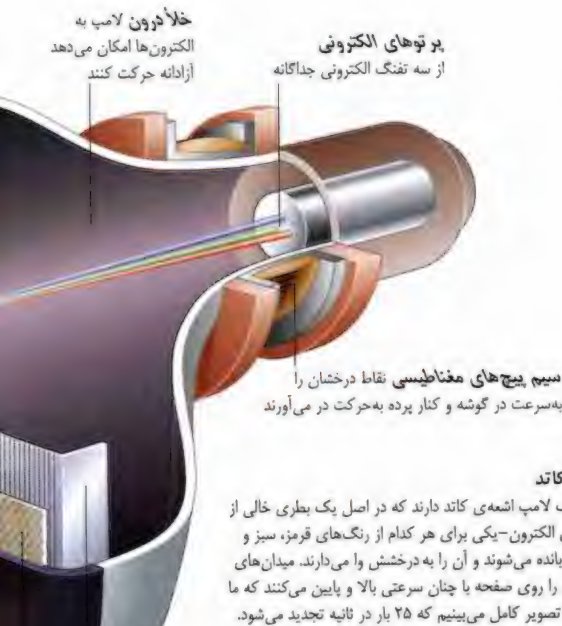
رادیوی دیجیتالی

رادیوی دیجیتالی هر برنامه را به کدهای دیجیتالی متشکل از ارقام یک و صفر که بیانگر صداها هستند تبدیل می‌کند. سپس این کدها در کنار هم قرار می‌گیرند تا یک تسهیم (مولتی پلکس) شکل گیرد. این مجموعه‌ی بزرگ داده‌ها بین صداها کانال رادیویی تقسیم می‌شود. گیرنده تمام کانال‌ها را به یکباره دریافت می‌کند، قسمت مربوط به برنامه‌ی مورد نظر را جدا می‌کند و آن‌ها را به یکدیگر می‌چسباند و دوباره به شکل صدا درمی‌آورد.



تلویزیون

تلویزیون تصویر گرفته شده توسط دوربین را به مجموعه‌ای از داده‌ها تبدیل می‌کند که می‌تواند از طریق کابل یا پخش امواج رادیویی به جای دیگر فرستاده شود. اکنون بسیاری از خانه‌ها سیگنال‌های تلویزیونی را از ماهواره‌هایی که در مدار زمین قرار دارند می‌گیرند. **تلویزیون دیجیتال** یکی از مهم‌ترین کشفیات اخیر است که به ما امکان می‌دهد دامنه‌ی وسیع‌تری از برنامه‌ها را تماشا کنیم و با تلویزیون‌های خود تعامل داشته باشیم.



▲ لامپ اشعه‌ی کاتد

بیش‌تر تلویزیون‌ها یک لامپ اشعه‌ی کاتد دارند که در اصل یک بطری خالی از هوا است. سه پارکته‌ی الکترون-یکی برای هر کدام از رنگ‌های قرمز، سبز و آبی-بر روی صفحه تابانده می‌شوند و آن را به درخشش وای می‌دارند. میدان‌های مغناطیسی نقاط روشن را روی صفحه یا چنان سرعتی بالا و پایین می‌کنند که ما آن‌ها را به صورت یک تصویر کامل می‌بینیم که ۲۵ بار در ثانیه تجدید می‌شود.

درون یک تلویزیون صفحه تخت

فیلتر نور را - به جز امواجی که در جهت
پهلوی به پهلوی قرار دارند- سد می‌کند

امواج نوری بالا به پایین نمی‌توانند
از فیلتر پهلوی به پهلوی بگذرند

ماسک سایه برای مقاومت در
برابر گرما از فولاد ساخته شده

نور پس زمینه تمام صفحه
را با نور سفید روشن می‌کند

نقاط فسفوری چاپ شده بر روی
شیشه به سه رنگ می‌درخشند

فیلتر امواج نوری را انتخاب می‌کند
که در جهت بالا - پایین قرار دارند

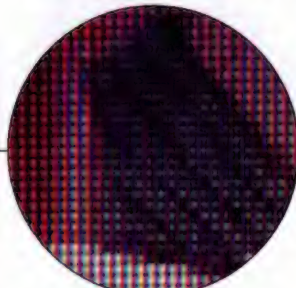
گریستال مایع در هنگامی که عنصر
تصویر تیره یا سیاه است غیرفعال می‌ماند

فیلترهای رنگی برای رنگ‌های قرمز،
سبز و آبی تمام رنگ‌ها را می‌سازند



فیلترهای رنگی قرمز،
سبز و آبی تمامی رنگ‌ها
را تولید می‌کنند

امواج تاب خورده‌ی نور
عبور می‌کنند تا قسمت‌های
روشن تصویر شکل بگیرد



صفحه‌ی LCD
۱۰ برابر بزرگ شده

▲ صفحه‌ی تخت

لامپ‌های اشعه کاتد طول زیادی دارند لذا مهندسين دو نوع صفحه‌ی تخت ساخته‌اند که یکی می‌تواند مانند قاب عکس روی دیوار قرار گیرد. صفحه‌های پلاسما هزاران لامپ ریز دارند که الکترونیسته در آن‌ها گاز را وای دارد تا درخششی قرمز، سبز یا آبی به دست آورد. نمایشگر کریستال مایع (LCD) از هزاران فیلتر کوچک قرمز، سبز و آبی در مقابل یک نور سفید به اندازه کل صفحه استفاده می‌کند.

ارسال سیگنال‌های تلویزیونی

▶ استودیوی تلویزیون

در استودیو، یک عدسی تصویری را بر روی ریزتراشه‌ی حساس به نور در داخل یک دوربین می‌تابانند. میزان روشنایی هر نقطه از تصویر روی تراشه خوانده می‌شود و سیگنالی به وجود می‌آید که به اتاق فرمان می‌رود. این سیگنال با سیگنال‌های ارسالی توسط دوربین‌های دیگر ترکیب می‌شود و یک برنامه‌ی کامل شکل می‌گیرد. این برنامه را معمولاً ضبط و برای پخش در آینده آماده می‌کنند.



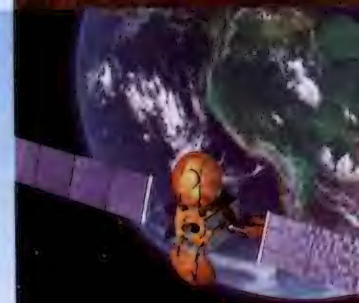
▶ به طرف فضا

آنتن‌های دیسکی بزرگ در ایستگاه‌های زمینی برنامه‌های تلویزیونی را از یک کشور به کشوری دیگر می‌فرستند. برنامه‌ها ابتدا به یک ماهواره فرستاده می‌شوند که آن‌ها را به ایستگاه‌هایی در کشور گیرنده ارسال می‌کنند. ایستگاه‌های زمینی همچنین برنامه‌هایی را به ماهواره‌ها می‌فرستند که توسط ماهواره‌ها مستقیماً به خانه‌ها ارسال می‌شوند.



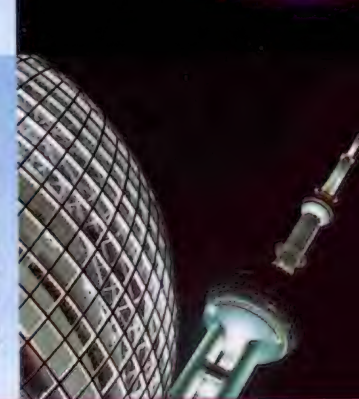
▶ ماهواره

ماهواره‌ها، مثل این ماهواره، می‌توانند برنامه‌های تلویزیونی را از فراز اقیانوس‌ها به خانه‌ها بفرستند. هر ماهواره مانند یک ایستگاه تلویزیونی بر روی برجی به ارتفاع تقریبی ۳۶۰۰۰ کیلومتر است. وضعیت آن نسبت به زمین هرگز تغییر نمی‌کند و به همین دلیل ارسال برنامه‌ها به آن و دریافت آن‌ها توسط افراد مختلف بر روی زمین آسان است. اخبار زنده اغلب توسط ماهواره پخش می‌شود.



▶ تلویزیون زمینی

هنوز هم بسیاری از مردم سیگنال‌های تلویزیونی خود را از دکل‌های مستقر بر روی زمین دریافت می‌کنند. آنتن فرستنده در ارتفاع بالا نصب می‌شود تا حتی الامکان سیگنال‌ها را به مردم پیش‌تری برساند. تلویزیون زمینی نمی‌تواند مانند تلویزیون ماهواره‌ای کانال‌های فراوان داشته باشد. حتی با فناوری دیجیتال نیز این امر غیرممکن است چون تلویزیون زمینی با فرکانس‌های رادیویی کم‌تری کار می‌کند.



ویدیو

دوربین‌های ویدیو دوربین‌های تلویزیونی کوچکی هستند که می‌توانند تصاویر را بر روی یک دستگاه ضبط قابل حمل (مثل نوار درون خود و یا حافظه‌ی دیجیتال دوربین) ثبت کنند. تصاویر تلویزیونی تا سال ۱۹۵۶ اغلب ضبط نمی‌شدند. در این سال اولین دستگاه ضبط نوار ویدیویی اختراع شد. امروزه از دوربین‌های کوچک و همه‌کاره برای ثبت آخرین خبرهای سراسر جهان، تعطیلات خانوادگی و موقعیت‌های خاص استفاده می‌شود.



دوربین خانگی

دوربین‌های خانگی با پیشرفت میکروالکترونیک و ساخت تراشه‌های بهتر و حسگرهای کوچک‌تر روز به روز کوچک‌تر شده‌اند. دوربین‌های خانگی اولیه برای گرفتن و نمایش تصویر از لامپ‌های اشعه‌ی کاند استفاده می‌کردند. اما اکنون بیش‌تر آن‌ها از حسگرهای CCD و نمایشگر رنگی کریستال مایع (LCD) بهره می‌برند.

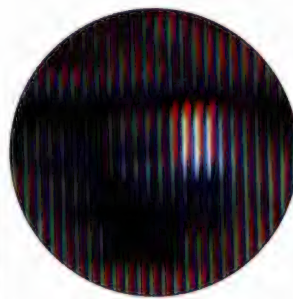
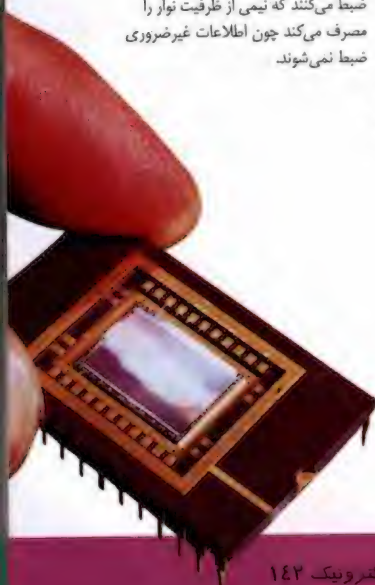
دوربین خانگی به اندازه‌ای کوچک است که کف دست جا می‌شود
صفحه‌ی (LCD)
چیزی را که فیلمبرداری می‌شود نشان می‌دهد



دوربین بر روی سه پایه نیازی به اپراتور ندارد
جمعی مخابراتی سیگنال‌ها را دریافت و پردازش می‌کنند
سلول‌های خورشیدی خورشید تولید می‌کنند

حسگر با نیروی شارژ حقیقی CCD

حسگر CCD قلب یک دوربین ویدیویی جدید است. این ریزتراشه تصویر را از لنز دوربین می‌گیرد و به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند. وقتی حسگر در مقابل تصویر قرار می‌گیرد هزاران عنصر حساس به نور بسیار کوچک بر روی سطح حسگر با الکتریسته باردار می‌شود. هر عنصر بار الکتریکی خود را به همسایه‌اش می‌دهد تا تمام بارهایی که تصویر را تشکیل می‌دهند به ترتیب خوانده شوند.



▲ صفحه راه راه

در بسیاری از لامپ‌های اشعه‌ی کاند ماسک سایه شکاف‌هایی عمودی دارد و رنگ‌ها روی صفحه به صورت نوارهایی عمودی مرتب می‌شوند. این تصویر یک صفحه‌ی تلویزیون است که پنج بار بزرگ‌تر نشان داده شده است. این گونه لامپ‌ها تصاویر روشن‌تری در اختیار می‌گذارند.

تفنگ‌های الکترونی

که به صورت مثلث چیده شده‌اند

► خلق رنگ

یک لامپ اشعه‌ی کاند رنگی تصاویر قرمز، سبز و آبی را از سه تفنگ الکترونی جداگانه می‌گیرد و با هم ترکیب می‌کند و نقاط کوچک فسفری بر روی شیشه‌ی صفحه به صورت گروه‌های سه‌تایی تابیده می‌شود. تصاویر نقطه‌ای قرمز، سبز و آبی از دور به گونه‌ای دیده می‌شوند که ما فکر می‌کنیم عکس تماماً رنگی است.

تلویزیون دیجیتال

تلویزیون معمولی ۲۵ بار در هر ثانیه تصویر جدیدی را مخابره می‌کند، حتی اگر هیچ چیز در تصویر تغییر نکرده باشد. تلویزیون دیجیتال قسمت‌های تغییر نیافته‌ی تصویر را فقط یک بار ارسال می‌کند. گیرنده‌ها هستند که این قسمت‌ها را آن قدر تکرار می‌کنند تا نیاز به تغییرشان باشد. از آنجا که اطلاعات غیر مفید مخابره نمی‌شود جای کافی برای کانال‌های بیش‌تر به وجود می‌آید.



▲ تلویزیون تعاملی

برخی تلویزیون‌های دیجیتال و تلویزیون‌های مجتمع به رایانه‌هایی مجهزند که برنامه‌ها را کشف رمز می‌کنند. از این تلویزیون‌ها می‌توان در خدمات دیگری همچون تعامل از طریق تلویزیون مورد استفاده قرار داد. بیننده‌ها با فشار دادن دکمه‌های کنترل از راه دور از طریق خط تلفن خود فرامینی ارسال می‌کنند. آن‌ها سپس می‌توانند نمای دیگری از یک مسابقه‌ی فوتبال، قیمت‌ها در یک کانال بازاریابی، و یا شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی را دریافت کنند.



مخابرات راه دور

مخابرات راه دور یا ارتباطات راه دور بیش از ۱۶۰ سال قبل با استفاده از تلگراف و تلفن از طریق سیم آغاز شد. هنوز هم از سیم استفاده می‌کنیم. اما اکنون شبکه‌ای از **فیبرهای نوری**، رادیو و ماهواره تمام نقاط دنیا را به یکدیگر وصل کرده است. این ماشین اکنون در کنترل شماسست و فقط کافی است گوشی تلفن را بردارید.

گوشی



پایه



فیبر نوری

برای ارسال سیگنال‌ها می‌توان از نور استفاده کرد—مثلاً با استفاده از چراغ قوه. اما نوری که به هوا فرستاده می‌شود توسط اجسامی که سر راهش قرار می‌گیرند متوقف می‌شود. فیبر نوری نور را در داخل یک باریکه‌ی بسیار نازک شیشه‌ای محبوس می‌کند. نور از سطح شیشه به درون بازتابیده می‌شود و قادر به فرار نیست. یک فیبر نوری می‌تواند پالس‌های نور لیزر را تا کیلومترها هدایت کند بعضی فیبرها نور را تقویت کرده و سیگنال‌ها را به آن طرف دنیا می‌فرستند.

کابل‌های زیردریایی

وقتی لازم باشد فیبر نوری را در بستر دریا قرار دهند آن‌ها را به شدت محافظت می‌کنند. هر کابل حاوی چندین فیبر است. بعضی از این فیبرها ممکن است تا مدت‌ها مورد نیاز نباشند اما این «فیبرهای تاریک» در زمان‌هایی که بار تلفن‌ها بر روی خط سنگین می‌شود می‌توانند وارد عمل شده و مورد استفاده قرار گیرند.

فیبر نوری
می‌تواند هزاران
تماس را حمل کنداستر داخلی
فیبرهای ظریف را
محافظت می‌کندکابل به صورت لایه
لایه ساخته می‌شود
تا انعطاف پذیر باشدسیم‌های فولادی
بیرونی کابل را در مقابل
کوسه‌ها محافظت می‌کند

برقراری یک ارتباط تلفنی

شماره‌گیری

با فشار دادن دکمه‌های تلفن سیگنال‌هایی از طریق سیم‌ها به جعبه‌ی تقسیم محلی تلفن ارسال می‌شود. یک نقشه‌ی شماره‌گیری، ذخیره شده در یک رایانه در محل تقسیم، به آن می‌گوید که چه موقع شماره‌ی گرفته شده کامل شده است. اگر تلفنی که شماره‌گیری شده به جعبه تقسیم دیگری تعلق داشته باشد، جعبه تقسیم محلی سیگنال‌هایی را به جعبه تقسیم‌های دیگر می‌فرستد تا خط برای مکالمه باز شود.



حلقه‌ی محلی

پیش‌تر تلفن‌های انجام شده از تلفن‌های ثابت از طریق سیم‌های مسی به جعبه تقسیم‌های محلی ارسال می‌شوند. هر تلفن کارت خط خاص خود را دارد — مداری که به‌طور دائم به تلفن وصل است. وقتی گوشی تلفن را برمی‌دارید این کارت خط با ارسال بوق آزاد به شما پاسخ می‌دهد و همچنین تماس شما را به پالس‌های الکتریکی تبدیل می‌کند تا بتواند توسط رایانه‌ای که خط را مشخص می‌کند پردازش شود.



کابل فیبر نوری

امروزه تقریباً تمام تماس‌های تلفنی بین شهرهای بزرگ به‌صورت لیزری و از طریق رشته‌های شیشه‌ای نازک به‌نام فیبر نوری انجام می‌شود. لیزر با سرعتی بسیار بالا خاموش و روشن می‌شود و کدهای دیجیتال پرسرعت را ارسال می‌کند. کدبندی هوشمند تا آنجا که ممکن بوده تماس‌های مختلف فراوانی را در هر فیبر نوری، هر چند به‌طور فشرده جا داده است؛ اما این امکان را به آن‌ها می‌دهد که وقتی به جعبه تقسیم تلفن بعدی می‌رسند دوباره از هم جدا شوند.



ارتباط میکروویو (ریزموج)

بعضی تماس‌های تلفنی، به خصوص تماس با نقاط دور افتاده، بخشی از سفر خود را با سوار شدن بر یک باریکه‌ی میکروویو (ریزموج) انجام می‌دهند. این موج‌های بسیار کوتاه توسط یک منعکس‌کننده‌ی یسقاکی شکل بر روی یک برج متمرکز شده و از آنجا در یک خط مستقیم به سمت هدف ارسال می‌شوند. ارتباطات میکروویو بسیار سریع و کم هزینه است زیرا نیازی به حفر تونل یا برپایی برج‌ها و دکل‌های بلند برای حمل و نگهداری سیم‌ها و فیبرها ندارد.



بالاخره خانه

تلفن در نهایت به جعبه تقسیم محلی مقصد وارد می‌شود که پس از پردازش شماره‌ای که گرفته‌اید به سمت کارت خط مورد نظر هدایت می‌شود و در آن‌جا سیگنال دوباره به شکل آنالوگ در می‌آید. یک جریان متناوب زنگ تلفن مقصد را به صدا درمی‌آورد. وقتی گوشی برداشته می‌شود، کلیدی در گیرنده مداری را کامل می‌کند و زنگ تلفن قطع و تماس برقرار می‌شود.

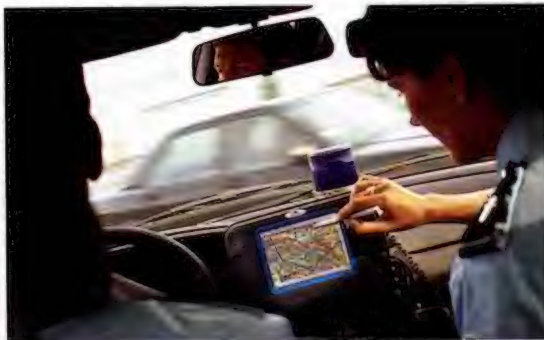


مخابرات همراه

مخابرات همراه تماس رادیویی مستقیم با افراد در حال حرکت را مسیر می‌سازد. ارتباط حتی در موارد اضطراری تقریباً بلافاصله برقرار می‌شود. رادیو بیش از یک قرن قبل به عنوان وسیله‌ای برای تماس با کشتی‌ها اختراع شد. اکنون ترانزیستورها و ریزتراشه‌ها ساخت تجهیزات رادیویی نیرومند و استفاده از آن‌ها در اتومبیل‌ها و کشتی‌های کوچک را ممکن ساخته است. برخلاف تلفن همراه، مخابرات همراه به شبکه‌ی تلفن ثابت متکی نیست.

خدمات اضطراری

برای خدمات اورژانس، پلیس و آتش نشانی شبکه رادیویی (بی‌سیم) است زیرا رادیو دو معنا دارد: رادیو و بی‌سیم. برخی از این شبکه‌ها می‌توانند داده‌هایی مانند نقشه‌ها و همچنین حرف‌ها را پردازش کنند. پیام‌ها از یک فرستنده مرکزی به وسایل نقلیه متعددی ارسال می‌شود که هر کدام برای پاسخ دادن از یک کانال استفاده می‌کنند. به همین دلیل، مکالمات باید کوتاه باشد و حرف‌ها خصوصی نیستند.



تلفن‌های همراه

تلفن‌های همراه از رادیو و خطوط زمینی برای ارسال تماس‌ها استفاده می‌کنند. تماس ابتدا توسط یک ایستگاه پایه‌ی نزدیک دریافت و از طریق خطوط زمینی به ایستگاه پایه‌ی دیگر و یا به یک تلفن ثابت ارسال می‌شود. ایستگاه‌های پایه قدرت پائینی دارند و به همین دلیل با یکدیگر تداخل نمی‌کنند و امکان تماس میلیون‌ها نفر با یکدیگر و استفاده از فقط چند فرکانس محدود را میسر می‌سازند.

لنز دوربین برای گرفتن عکس



نمایشگر کریستال مایع تصویری را که فرستاده و دریافت شده نشان می‌دهد

مجهزهی مینیاتوری

یک گوشی تلفن همراه جیبی حاوی بیش از یک رایانه و همچنین یک فرستنده‌ی رادیویی مایکروویو است. وقتی آن را روشن می‌کنید، گوشی نزدیک‌ترین ایستگاه پایه را پیدا می‌کند و به آن وصل می‌شود. در نتیجه سیستم جای آن را می‌داند. اگر از محدوده خارج شوید، گوشی بلافاصله ایستگاه دیگری را پیدا می‌کند و در صورت نیاز خود را با آن تطبیق می‌دهد.

آنتن استار شده

با افزایش تعداد مردمی که از شبکه همراه استفاده می‌کنند این شبکه لازم است به منطقه‌های کوچک‌تری تقسیم شود که هر کدام ایستگاه پایه خود را دارد. به این ترتیب، روز به روز به آنتن‌های بیش‌تری نیاز خواهد بود که برخی ممکن است به شکل یک درخت استار شده باشند.



بعضی اتصالات‌های عمده‌ی فیبر نوری

اسم	فاصله به کیلومتر	ظرفیت *
فلگ فی (ژاپن - انگلستان)	۱۴۰۰۰	۱۶۳۸۴۰
ژاپن - آمریکا	۱۰۵۰۰	۶۵۵۳۶۰
شبکه‌ی کابلی		
فلگ فا - ۱ (انگلستان - آمریکا)	۷۰۰۰	۱۴۱۰۷۲۰
فرا اطلس ۲ (انگلستان - آمریکا)	۷۰۰۰	۱۰۷۳۷۴۱۸
* تماس‌های تلفنی هم‌زمان		

تلفن چگونه عمل می‌کند

۱ وقتی گوشی از روی تلفن برداشته می‌شود سوئیچی به کار می‌افتد و به جمیع تقسیم محلی می‌گوید که شما قصد برقراری تماس را دارید.

۲ فشار دادن هر دکمه دو بوق را ارسال می‌کند که مشخص کننده‌ی ردیف و ستونی است که دکمه در آن قرار دارد.

۳ دکمه‌ها باید به ترتیب صحیح فشار داده شوند وگرنه جمیع تقسیم بوق‌ها را شناسایی نمی‌کند و مسیر صحیح را تشخیص نمی‌دهد.

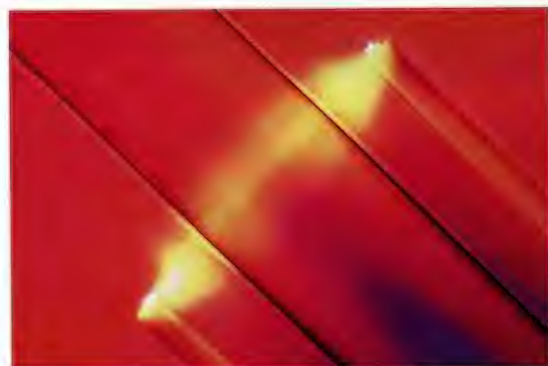
۴ سیم‌های مسی درون کابل پلاستیکی مکالمه را بین دو جمیع تقسیم به صورت امواج الکتریکی حمل می‌کنند.

۵ مدارهای الکترونیکی سیگنال‌های کلامی را تنظیم و تقویت می‌کنند تا راحت‌تر شنیده شوند.

۶ مدارهای دیگر با استفاده از جریان متناوب از جمیع تقسیم بلندگو را راه می‌اندازند و تلفن زنگ می‌زند.

۷ میکروفونی در قسمت دهانی به ارتعاش در می‌آید و صدای شخص را بازسازی کرده و به آن سوی خط می‌فرستد.

۸ صفحه‌ای در قسمت دهانی به ارتعاش در می‌آید و ارتعاشات صدای شما را به صورت یک سیگنال الکتریکی شبیه سازی می‌کند که این سیگنال به یک تقویت کننده در تلفن می‌رود.



ساختار یک فیبر

شیشه‌ی فیبر نوری چنان خالص است که از ورای طول چندین کیلومتری آن نیز می‌توانید ببینید - حتی شفاف‌تر از نور نامرئی لیزری است که آن را حمل می‌کند. هسته‌ی داخلی آن با لایه‌ای از شیشه‌ای کم‌تر سنگین پوشانده شده و نور از محل تماس دو شیشه منعکس و در نتیجه محبوس می‌شود. یک زوگش پلاستیکی فیبرها را در برمی‌گیرد تا کار کردن با آن‌ها آسان‌تر باشد.



رایانه

رایانه یا کامپیوتر ماشینی الکترونیکی است که از دستوراتی که به آن داده می‌شود مبنی بر این که چگونه اطلاعات را به شکلی مفیدتر ارائه دهد اطاعت می‌کند. **سخت افزار** دستگاه، شامل قطعاتی چون صفحه نمایش یا نمایشگر است. سخت افزار دستورات را به صورت یک برنامه رایانه‌ای یا **نرم افزار** ذخیره می‌کند. سخت افزار و نرم افزار در همکاری با یکدیگر داده‌های دریافتی را به چیزی که بتوانیم استفاده کنیم تغییر می‌دهند. به عنوان مثال، یک لیست بلند بالای اعداد را می‌توان به صورت یک تصویر رنگین ارائه داد.

سخت افزار

بدنه‌ی رایانه و دستگاه‌هایی که به آن وصل می‌شوند، مانند صفحه کلید، سخت افزار نامیده می‌شود. بدنه اصلی رایانه شامل قطعاتی است که اطلاعات را ذخیره و پردازش می‌کنند. دیسک سخت نیز که اطلاعات و برنامه‌ها و پرونده‌ها را به طور دائمی ذخیره می‌کند از جمله سخت افزار است. حافظه‌ی الکترونیکی سریع اطلاعات پردازش شونده را به طور موقت در خود نگه می‌دارد. تراشه‌ای به نام پردازشگر بیش تر کارها را انجام می‌دهد - البته با کمک بقیه‌ی اجزایی که هر کدام کار خاصی انجام می‌دهد، مثل نمایش تصاویر.



چاپگر جوهرافشان

چاپگرها کدهایی را از رایانه دریافت می‌کنند که به آن‌ها می‌گوید هر نقطه از تصویر باید چه رنگی باشد. سپس چاپگر قطرات بسیار ریزی از جوهر را در نقطه‌های مربوطه می‌پاشد تا رنگ مورد نظر ایجاد شود.



صفحه نمایش تصویر چیزی را که باید چاپ شود نشان می‌دهد

ستون دیسک‌های پوششی یافته با یک ماده‌ی مغناطیسی در هر دو طرف

دیسک سخت برای ذخیره‌ی برنامه‌ها و داده‌ها



هد خواندن - نوشتن

روی دیسک حرکت می‌کند و داده‌ها را به طور مغناطیسی ثبت یا احساس می‌کند

کابل نوری داده‌ها را به کنترل کننده‌ی دیسک حمل می‌کند

مادرهای الکترونیکی خواندن و ضبط داده‌ها روی دیسک را کنترل می‌کنند

کنترل کننده‌ی دیسک یا رایانه «حرف می‌زند»

زبان رایانه

این صفحه نمایش قسمت کوچکی از یک برنامه‌ی قادر به تغییر دادن تصاویر را نشان می‌دهد. این برنامه به زبان رایانه (به نام C) نوشته شده است که باید به کد ترجمه شود تا رایانه بتواند آن را مورد استفاده قرار دهد. زبان‌های رایانه قوانین قاطعی دارند و به سهولت ممکن است دچار اشتباه شویم. بنابر این قبل از این که برنامه‌ها مورد استفاده قرار گیرند باید از چرخه‌های متعدد اصلاح و آزمایش عبور کنند.

ترکیب کردن تصاویر

برای قرار دادن زنبور بر روی گل، برنامه آن دو را همراه با داده‌های توصیف کننده‌ی طرح کلی زنبور در حافظه‌ی خود نگه می‌دارد. سپس تمام نقاطی از گل را که در زیر طرح کلی زنبور قرار می‌گیرند پیدا کرده و آن‌ها را با داده‌های مربوطه به تصویر زنبور جایگزین می‌کند.

دیسک سخت

دیسک سخت رایانه (معمولا چند دیسک که با هم می‌چرخند) اطلاعات دائمی را به صورت نقاطی مغناطیسی بر روی سطح دیسک‌ها ذخیره می‌کند. دیسک سخت کندتر از آن است که هم پای پردازشگر حرکت کند، بنابر این ابتدا باید تمام داده‌ها را از روی دیسک به یک حافظه سریع به نام حافظه‌ی دسترسی تصادفی (RAM) منتقل کرد. به محض این که رایانه خاموش می‌شود تراشه‌های این حافظه نیز خاموش می‌شوند و اطلاعات آن پاک می‌شود. بنابراین داده‌های جدیدی که دوباره مورد نیاز خواهند بود باید روی دیسک سخت ذخیره شوند.

بیت و بایت

بیت	کوچک ترین واحد اطلاعات
بایت	هشت بیت
کیلوبایت	۱۰۲۴ بایت
مگابایت	۱۰۲۴ کیلوبایت
گیگابایت	۱۰۲۴ مگابایت

اطلاعات در رایانه به شکل بیت ذخیره و پردازش می‌شود. یک بیت می‌تواند یکی از فقط دو چیز مختلف، مثل «آری» و «نه» باشد. به عنوان مثال، اطلاعات به صورت نقاط مغناطیسی که مغناطیس آن‌ها به سمت بالا یا پایین قرار دارد روی دیسک سخت ذخیره می‌شود. وقتی بیت‌ها با یکدیگر گروه می‌شوند انتخاب‌های بیش تری به وجود می‌آید. هر بیت اضافی احتمالات را دو برابر می‌کند؛ بنابراین، یک بایت می‌تواند نماینده‌ی ۲۵۶ چیز مختلف باشد. یک رایانه‌ی امروزی قادر است بیلیون‌ها بیت اطلاعات را در هر ثانیه پردازش و تا صدها گیگابایت را بر روی دیسک سخت خود ذخیره کند.

رایانه به نرم افزار (شامل مجموعه‌ای از دستورالعمل‌ها به نام برنامه) نیاز دارد که به آن بگوید چه کاری انجام دهد. برنامه‌های مختلف به ما امکان می‌دهند نامه بنویسیم، بازی کنیم و یا به اینترنت وصل شویم. زبان‌ها باید به دستورالعمل‌هایی ترجمه شوند که توسط ریزپردازنده‌ی رایانه قابل درک باشند.

دوربین شبکه‌ای می‌تواند تصاویر را از طریق اینترنت ارسال کند

صفحه نمایش بیش از دو میلیون نقاط رنگی جدا از هم دارد



▲ تغییر رنگ

برای تغییر رنگ زرد به آبی یک برنامه‌ی گرافیکی به درون تمام کدهای که تصویر را تشکیل داده‌اند سرک می‌کشد. وقتی کد زرد را پیدا می‌کند آن را به کد مربوط به کد آبی تغییر می‌دهد.

صفحه نگه دارنده‌ی سی‌دی بیرون می‌آید تا بتوان سی‌دی را در آن قرار داد و استفاده کرد

مانیتور (نمایشگر) از فناوری جدید برای نازک‌تر و سبک‌تر شدن بهره می‌برد



► رایانه‌ی شخصی

امروزه رایانه‌های شخصی ممکن است به نمایشگر رنگی بزرگ، بلندگوهای قوی و حتی احتمالاً دوربین مجهز باشند. این رایانه‌ها هزاران بار نیرومندتر از رایانه‌هایی هستند که حدود سی سال قبل ساخته می‌شدند. آن رایانه‌ها آن قدر بزرگ بودند که تمامی یک اتاق را پر می‌کردند. این پیشرفت حاصل اختراع ریزپردازنده در سال ۱۹۷۱ است که یک ریزتراشه‌ی کوچک را جایگزین صدها قطعه جداگانه‌ی رایانه کرد.

کاغذ باید دارای پوشش خاصی باشد تا تصویری روشن‌تر و دقیق‌تر چاپ شود

بلندگوها توسط مدارهای صوتی داخل رایانه اداره می‌شوند

پردازشگر و دیسک سخت در داخل قاب رایانه از نظر پنهان هستند

صفحه کلید کدهای مربوط به دکمه‌ها را به رایانه می‌فرستد

ماوس (موش وارد) حاوی یک حسگر حرکتی است که سیگنال‌هایی را به پردازشگر می‌فرستد

► رایانه‌ی شخصی قابل نصب

تمام رایانه‌ها توسط افرادی که پشت میز نشسته‌اند استفاده نمی‌شوند. بعضی را می‌توان مثل ساعت با خود حمل کرد—مثل این رایانه بسیار کوچک. تصویری که توسط رایانه (که در جیب یا در قاب آویزان از کمربند حمل می‌شود) مستقیماً به چشم حمل‌کننده‌ی آن ارسال می‌شود. این گونه رایانه‌ها دست‌های استفاده‌کننده از آن‌ها را آزاد می‌گذارند تا بتوانند به کارهای دیگرش بپردازد. به عنوان مثال، تکنسین‌های سرویس هواپیما می‌توانند راهنمای خدمات هواپیما را هنگام کار کردن در مقابل چشم داشته باشند.

◀ دنیای مجازی

این بازی شبیه ساز پرواز به سخت افزار و نرم افزار پیچیده‌ای نیاز دارد. دنیای مجازی به صورت فهرستی از اعدادی که تمام نقاط دنیا و چگونگی ارتباط آن‌ها با یکدیگر را مشخص می‌کند ذخیره می‌شود. رایانه چگونگی ظاهر آن را پیدا می‌کند و با سرعت ۲۵ بار در ثانیه اعداد مشخص‌کننده‌ی رنگ هر نقطه را به صفحه نمایش می‌فرستد.



شبکه‌های رایانه‌ای

یک شبکه رایانه‌ای چندین کامپیوتر را به یکدیگر متصل می‌کند. آن‌ها در اتصال با یکدیگر می‌توانند کار خیلی بیش‌تری نسبت به فقط یک رایانه انجام دهند. شبکه‌های اداری به افراد کمک می‌کنند به‌صورت یک تیم کار کنند. در خانه، شبکه به دو یا چند کامپیوتر امکان می‌دهد از یک چاپگر مشترک استفاده کنند. شبکه‌های پوشش محلی (LAN) می‌توانند به شبکه‌های پوشش گسترده (WAN) که یک کشور یا منطقه‌ی وسیعی از کره‌ی زمین را پوشش می‌دهند وصل شوند.

شبکه‌های پوشش محلی

شبکه‌ی خطی



اتصال یک شبکه‌ی پوشش محلی معمولاً با کابل‌هایی نظیر کابل‌های مورد استفاده برای تلفن انجام می‌شود. متداول‌ترین سیستم شبکه‌ای ات‌رنِت است که ارتباط تا ۱۲ مگابایت در ثانیه را میسر می‌سازد. شبکه‌ی ات‌رنِت می‌تواند یک شبکه‌ی خطی باشد (که به آن شبکه‌ی اتوبوسی هم می‌گویند) و یا یک شبکه‌ی ستاره‌ای. رایانه‌ای که به آن رایانه‌ی مادر یا سرور شبکه گفته می‌شود ارتباطات درون شبکه را کنترل می‌کند.

شبکه‌ی حلقوی



در شبکه‌ی حلقوی رایانه‌ها در یک حلقه به یکدیگر وصل هستند. داده‌ها حلقه را دور می‌زنند و به دستگاهی که آن را ارسال کرده بود باز می‌گردند و دستگاه ارسال‌کننده قسمتی از داده‌ها را عوض می‌کند تا نشان دهد آن را به‌درستی دریافت کرده است.

شبکه‌ی ستاره‌ای



در یک شبکه‌ی ستاره‌ای، هر رایانه با کابل جداگانه به رایانه مادر وصل است. این نوع اتصال قابل اعتمادتر از اتصال به‌صورت شبکه‌ی خطی است، چون قطع شدن یک سیم فقط بر یک یا دو رایانه اثر می‌گذارد.

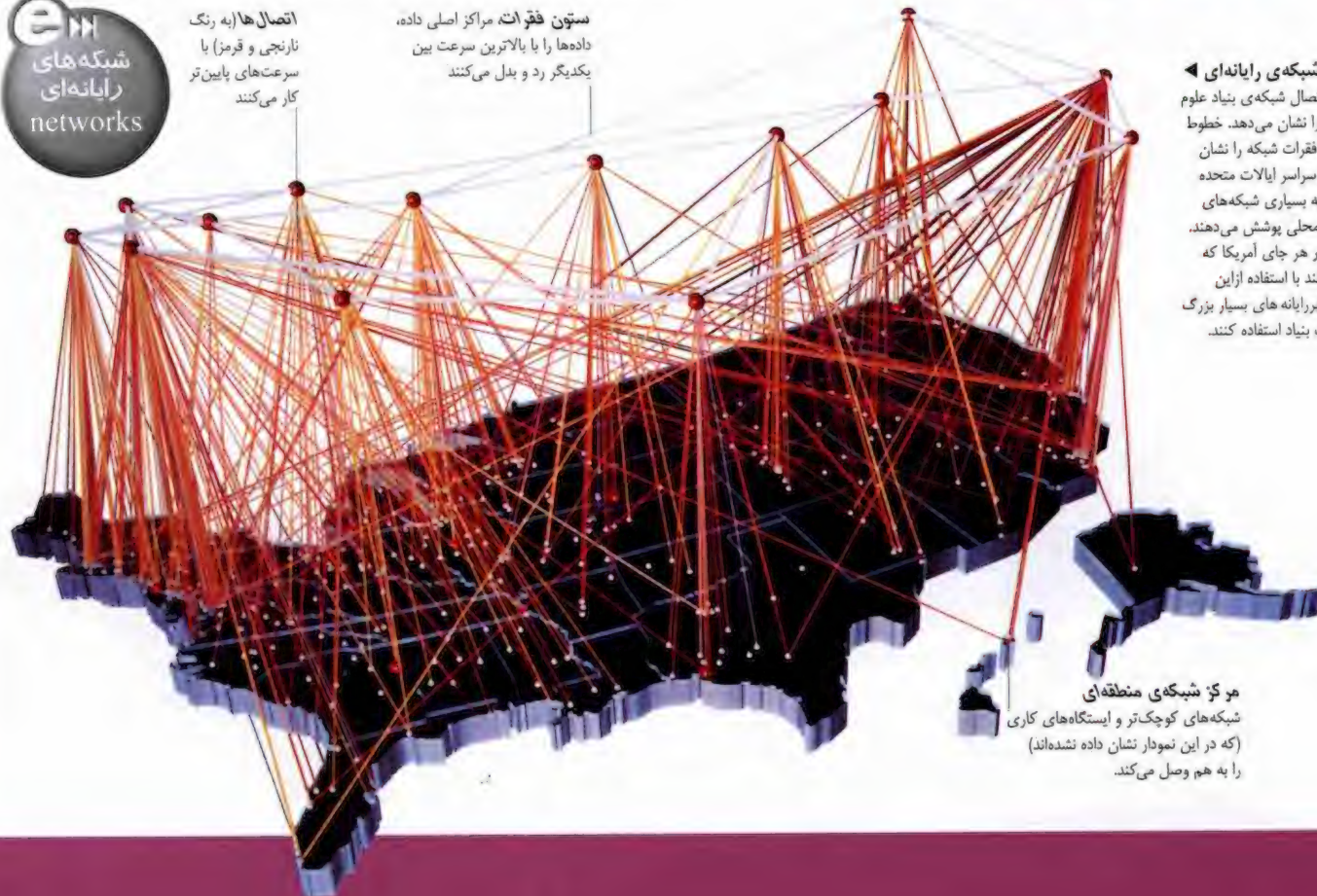
▶ روترها

شبکه‌ها اغلب حاوی وسایلی هستند که باعث بهتر کار کردن آن‌ها می‌شوند. در شبکه‌های بزرگ، روترها و پل‌ها جریان اطلاعات را کنترل می‌کنند. روترها داده را به جایی که نیاز است، می‌فرستند. پل‌ها دو شبکه‌ی کوچک را به هم متصل می‌کنند و می‌توانند با دیدن داده‌هایی از بخش‌های دیگر از بعضی از بخش‌های یک شبکه چشم‌پوشی کنند. ساده‌ترین وسیله، یک هاب، چندین رایانه را به یک منبع به اشتراک گذاشته شده مانند چاپگر متصل می‌کند.



اتصال‌ها (به رنگ نارنجی و قرمز) با سرعت‌های پایین‌تر کار می‌کنند

ستون فقرات: مراکز اصلی داده‌ها را با بالاترین سرعت بین یکدیگر رد و بدل می‌کنند



شبکه‌ی رایانه‌ای

این نمودار اتصال شبکه‌ی بنیاد علوم ملی آمریکا را نشان می‌دهد. خطوط سفید ستون فقرات شبکه را نشان می‌دهند که سراسر ایالات متحده را با اتصال به بسیاری شبکه‌های کوچک‌تر و محلی پوشش می‌دهند. دانشمندان در هر جای آمریکا که باشند می‌توانند با استفاده از این اتصال‌ها از ابررایانه‌های بسیار بزرگ و گران‌قیمت بنیاد استفاده کنند.

مرکز شبکه‌ی منطقه‌ای

شبکه‌های کوچک‌تر و ایستگاه‌های کاری (که در این نمودار نشان داده نشده‌اند) را به هم وصل می‌کنند.



▲ سخت افزار

اولین ابررایانه‌ی جدی توسط سیمور کری مهندس آمریکایی در ۱۹۷۶ ساخته شد. شکل بالا مدل بعدی متعلق به ۱۹۸۲ است، شکل دایره‌ای آن به این دلیل بود که می‌خواستند سیم‌ها را تا حد امکان کوتاه‌تر نگه دارند. پایه‌ی روکش شده سیستم خنک کننده را در خود دارد.

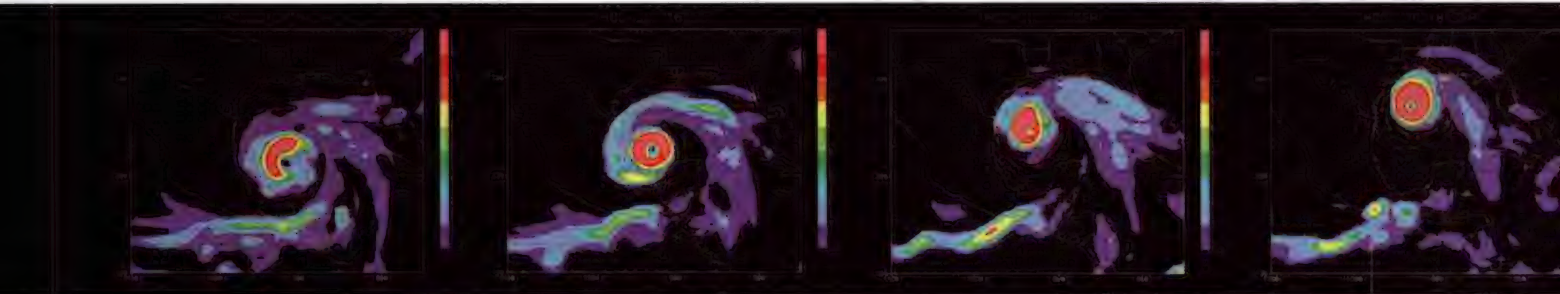


ابررایانه‌ها

ابررایانه نوعی رایانه است که هزاران بار سریع‌تر از بهترین رایانه‌ی شخصی رومیزی کار می‌کند. این کار با بهره‌گیری از ترکیبی از چندین پردازشگر، که هر یک می‌تواند روی قسمت‌های مختلفی از مسئله کار کند انجام می‌شود. زمانی از ابررایانه‌ها استفاده می‌شود که بخواهیم به سرعت به میلیون‌ها نتیجه‌گیری با جزییات بالا برسیم. امروزه این ماشین‌های غول‌آسا در مراکز مختلف به انجام انواع کارها، از پیش‌بینی توفان‌ها تا طراحی اتومبیل‌های سال آینده، مشغولند.

▼ پیش‌بینی یک توفان

ابررایانه‌ها می‌توانند مسیر یک هوریکن چرخنده را به موقع پیش‌بینی کنند و نزدیک شدن آن را به مردم هشدار دهند. ماشین‌های غول‌آسا توسط هزاران مجموعه داده‌های جوی تغذیه می‌شوند تا تصاویری به‌وجود آورند که نشان دهند وضعیت هوا در چند ساعت آینده چگونه خواهد بود. پروژ تغییر در یک بخش کوچک از جو می‌تواند اثر عظیمی بر وضعیت هوا داشته باشد. انجام عملیات ریاضی با سرعت کافی جهت سبقت از حوادث فقط از عهده‌ی ابررایانه‌ها بر می‌آید.



رنگ‌های سرعت باد را نشان می‌دهند (قرمز بیشترین سرعت است)

هواپیمای مجازی را به آسانی می‌توان شبیه‌سازی کرد چون در حال حرکت نیست

◀ شبیه‌سازی پرواز

پیش‌بینی جریان‌های هوا در اطراف موتورهای یک جت جنگنده شبیه‌سازی وضعیت هوا - اما در مقیاسی کوچک‌تر ولی با سرعتی بالاتر - است. رایانه وضعیت، موقعیت، سرعت و دمای میلیون‌ها ذره‌ی هوا را که در اطراف هواپیما می‌چرخند در نظر می‌گیرد. این جت جنگنده‌ی مجازی در حال توقف در هوا بر فراز یک باند فرود در یک تونل باد مجازی است. تصویر رایانه‌ای یکی از چندین نتیجه را به نمایش گذاشته است - دمای هوا.

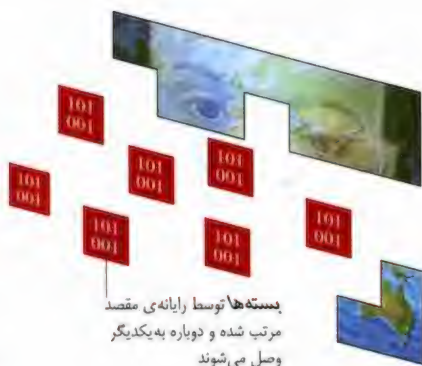
دمای هوا به رنگ‌های مختلف، از قرمز (داغ) تا آبی (سرد) نشان داده شده است

اینترنت

اینترنت یک شبکه‌ی رایانه‌ای است که سراسر جهان را پوشش می‌دهد. ما می‌توانیم از اینترنت برای جستجو در سه میلیارد صفحه‌ی وب جهانی یا شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی و یا تماس با افراد از طریق پست الکترونیکی استفاده کنیم. اینترنت برخلاف شبکه‌های دیگر تحت کنترل هیچ فرد یا سازمانی نیست. مجموعه‌ای از استانداردها یا قوانین در رابطه با چگونگی اتصال رایانه‌ها با آن و شیوه‌ی بهره‌گیری و تبادل اطلاعات بر آن حاکم است.



مسیر گردان‌ها آدرس را می‌خوانند و بسته‌ها را از طریق بهترین مسیر موجود ارسال می‌کنند



بسته‌ها توسط رایانه‌ی مقصد مرتب شده و دوباره به یکدیگر وصل می‌شوند

تبادل بسته‌ای

داده‌ها به صورت بسته‌های کوچک به اینترنت داده می‌شود. هر بسته از بهترین مسیری که در دسترس است و با اجتناب از اتصال‌های مشغول و یا قطع شده در اینترنت حرکت می‌کند. رایانه‌های متصل به اینترنت در چهارچوب روال‌های پذیرفته شده‌ای به نام پروتکل از داده‌ها استفاده می‌کنند. مهم‌ترین آن‌ها شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی (TCP) و پروتکل اینترنت (IP) است.

تاریخچه‌ی اینترنت

۱۹۶۳	شبکه‌ی آریا (پروژه‌های پیشرفته‌ی تحقیقاتی arpanet برای وصل رایانه‌های مراکز تحقیقاتی ایالات متحده خلق شد)
۱۹۷۰	تبادل بسته‌ای برای اولین بار به کار گرفته شد.
۱۹۷۸	پروتکل‌های اینترنت و کنترل انتقال (TCP/IP) در رابطه با تبادل و دریافت داده‌ها وضع شد.
۱۹۸۳	TSP و IP اجباری شد و اینترنت به وجود آمد.
۱۹۹۰	پروتکل شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی راه افتاد.

دسترسی اینترنتی

افرادی که در سفرند و یا رایانه ندارند می‌توانند در کافی‌نت‌ها به اینترنت وصل شوند. آن‌ها برای استفاده از رایانه‌های کافی‌نت مبلغی پرداخت می‌کنند. مراکز بی‌سیم عمومی دسترسی به اینترنت را آسان‌تر کرده است. رایانه‌ای که قادر به برقراری تماس از طریق بی‌سیم باشد می‌تواند از طریق یک اتصال رادیویی در کافی‌نت یا هر مکان عمومی دیگر به اینترنت دسترسی داشته باشد. از طریق تلفن همراه نیز می‌توان به اینترنت وصل شد.



رایانه‌ی وب سایت (وب)

سرور) پرونده‌ی وب را از طریق مسیری مشابه به تأمین کننده‌ی خدمات اینترنتی شما می‌فرستد

صفحه‌ی نمایش با نمایشگر به اندازه‌ی وسیع است که صفحات ساده‌ی وب را بخواند

صفحه‌ی خرید که کالاها و قیمت‌ها را نشان می‌دهد

رایانه‌ی کف دستی که به آسانی در جیب جا می‌شود



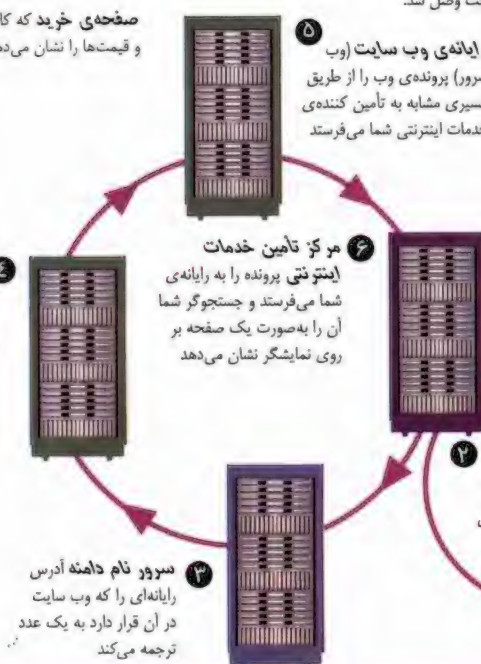
مجموعه‌ای از مسیرگردان‌ها و اتصال‌های مخابراتی این عدد را در جهان به گردش در می‌آورد

خرید اینترنتی

شما می‌توانید با استفاده از یک رایانه کوچک دستی مانند این نیز کالاها را مورد نیازتان را در هر نقطه‌ی جهان از طریق اینترنت سفارش دهید. مردم هنوز دوست دارند در فروشگاه‌های واقعی پروسه بزنند اما اگر بخواهند قیمت‌ها را با یکدیگر مقایسه کرده و یا چیزی را بخرند که پیدا کردنش دشوار است، در آن صورت رایانه می‌تواند بزرگ‌ترین فروشگاه‌ای باشد که قادر به پیدا کردن هستند.

اتصال به اینترنت

رایانه‌ی شما به طور مستقیم به اینترنت وصل نیست. معمولاً این اتصال از طریق خطوط تلفن با یک مرکز تأمین خدمات اینترنتی (ISP) صورت می‌گیرد. کامپیوتر شما به یکی از کامپیوترهای آن‌ها که آدرس مشخصی در شبکه دارد متصل می‌شود. هر چیزی که می‌خواهید ببینید ابتدا به این آدرس می‌رود و سپس به کامپیوتر شما.



آدرس وب سایت

که می‌خواهید به رایانه‌ی مرکز تأمین کننده‌ی خدمات اینترنتی شما ارسال می‌شود

رایانه‌ی خانگی از طریق خط تلفن

به رایانه‌ی مرکز تأمین کننده‌ی خدمات اینترنتی شما وصل می‌شود



پست الکترونیکی

هر پسته با آدرس کامپیوتری که به آن فرستاده می‌شود پرچسب‌زنی می‌شود

تدوین آدرس پست الکترونیکی

آن قسمت از آدرس پست الکترونیکی که بعد از علامت @ قرار می‌گیرد نام دامنه است که به انتقال دهنده نشان می‌دهد نامه را به کجا بفرستد. قسمتی که در سمت راست نقطه قرار می‌گیرد دامنه‌ی سطح بالا است و نوشته‌های سمت چپ نقطه یک سرور خاص را مشخص می‌کند. اسمی که سمت چپ @ قرار دارد مشخص کننده صندوق پستی خاصی در آن سرور است.

علامت جدا کننده شروع نام دامنه را نشان داده‌اند

sunshine@dk.com

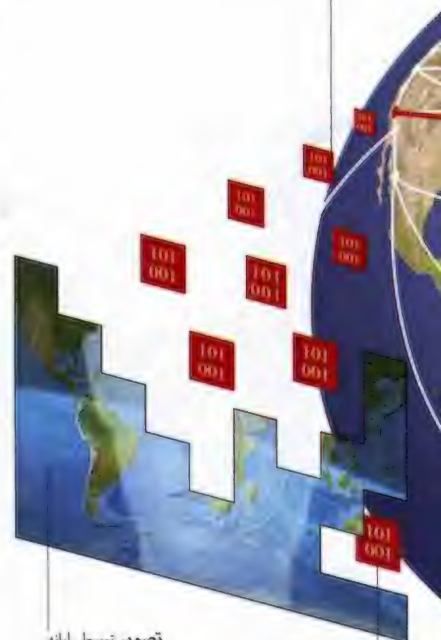
نام کاربری که توسط وی
و در زمان انتخاب صندوق
پستی در سرور برگزیده می‌شود

نام دامنه‌ی مورد استفاده
توسط ابراتور یا متصدی
سرور پست

پست الکترونیکی یا ایمیل، چنان که از نامش پیداست، یک خدمات پستی الکترونیک است. این سیستم در ۱۹۷۱ اختراع شد و در هر شبکه‌ی رایانه‌ای قابل استفاده است اما اکنون بیش تر در اینترنت از آن استفاده می‌شود. پیام که توسط یک نرم افزار قابل شناسایی توسط تمام رایانه‌ها تهیه شده است، از رایانه‌ی شما شروع می‌شود و از طریق یک یا چندین عامل انتقال می‌گذرد تا بالاخره به صندوق پستی الکترونیکی مشخص شده، که به آن آدرس پست الکترونیکی گفته می‌شود، برسد. از آن جا که پست الکترونیکی باید از چندین رایانه بگذرد تا به مقصد برسد چندان خصوصی و محرمانه نیست زیرا دیگران نیز این فرصت را دارند که آن را بخوانند.

شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی

شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی یا وب جهانی مجموعه‌ای از میلیاردها پرونده‌ای است که در یک شبکه در تعداد رایانه‌های بسیار زیادی نگهداری می‌شود که همگی به اینترنت وصل هستند. پرونده‌ها می‌توانند حاوی کلمات، تصاویر، صوت، و یا تقریباً هر چیز دیگری باشند. آن‌ها توسط فرامتن به یکدیگر متصل هستند که می‌توان با استفاده از یک کلمه یا تصویر در یک پرونده، پرونده‌ی دیگری را در هر نقطه‌ی جهان فرا بخواند.



تصویر توسط رایانه
به بسته‌های کوچک
داده تقسیم می‌شود

آرقام دو-دویی در
هر بسته نماینده‌ی بخش
کوچکی از تصویر هستند



تیم برنرزلی
انگلیسی، ۱۹۵۵
مارک اندرسن
آمریکایی، ۱۹۷۱

وجود شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی
مدیون دانشمند انگلیسی،
تیم برنرزلی است. او در سوئیس
در لابراتوار پژوهشی سرن
کار می‌کرد. نارضایتی او از
سختی کار با اطلاعات
پخش شده در اینترنت،
زمینه‌ساز خلق نرم افزار
فوق متن شد و نتیجه‌ی آن
شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی بود
که در سال ۱۹۹۱ برای عموم
قابل استفاده شد. مارک اندرسن
نیز نخستین سرور وب را ساخت.

اینترنت
internet

آدرس WWW (وب جهانی)

آدرس وب یا URL (خلاصه‌ی عبارت مکان یاب یک شکل) به مرورگر می‌گوید که پرونده را کجا پیدا کند و چگونه یا آن برخورد نماید. علامت (/) نقطه‌ی شروع اسم پرونده را نشان می‌دهد. حروف http نشان می‌دهد که اطلاعات باید به صورت فرامتن اداره شود.

http://www.dk.com/web-server.htm

نام پروتوکل نشان
می‌دهد که با پرونده
باید چگونه برخورد شود

نام دامنه نشان دهنده‌ی
نام وب سایت و سرور است

مسیر پرونده
نشان دهنده‌ی
پرونده‌ی
مورد نظر است

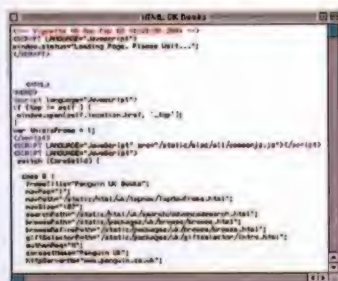
دنباله‌ی فایل که نوع
فایل را نشان می‌دهد
(در اینجا، HTML)

جعبه‌ی آدرس وب
نشان دهنده‌ی سایت،
فایل و روش اداره‌ی
آن (مثلاً HTML)

صفحه توسط
جست و جوگر از
پرونده‌ی HTML
ساخته می‌شوند

میله‌ی عنوان
عنوان صفحه را
نشان می‌دهد

نماد (لوگو) نماد
جست و جوگر در طول مدت
بارگذاری صفحه فعال است



کد اچ تی ام ال (HTML)

این صفحه، برنامه‌ی نوشته شده به زبان فرامتن همان صفحه‌ای است که در سمت چپ آن مشاهده می‌کنید. یک قسمت از کد نشان می‌دهد که یک کلمه یا عبارت لینک یا ارتباطی است یا یک سند دیگر. کلیک کردن روی این ارتباط شما را مستقیماً به آن صفحه می‌برد.



جست‌وجو و مرور

وب سایت‌هایی مانند این، به یک زبان کامپیوتری نوشته می‌شوند که آن را زبان علامت‌گذاری فرامتن یا اچ تی ام ال (HTML) می‌گویند. یک برنامه‌ی رایانه‌ای به نام مرورگر وب، زبان مزبور را به مجموعه‌ی منظمی متشکل از متن و تصاویر بر روی صفحه‌ی نمایش ترجمه می‌کند. برای مشاهده‌ی یک صفحه‌ی وب، آدرس آن را در جعبه‌ی آدرس تایپ می‌کنید. در صورت نیاز به پیدا کردن صفحات مربوط به یک موضوع خاص، می‌توان از یک موتور جست‌وجو استفاده کرد. موتورهای جست‌وجو نمایه‌ای به روز شده از میلیاردها کلمه‌ی مورد استفاده در اسناد و پرونده‌ها را در اختیار دارد. آن‌ها فهرستی از صفحاتی که ممکن است مناسب باشند ارائه می‌دهند که می‌توانید به هر صفحه‌ای که می‌خواهید آن را ببینید مراجعه کنید.

روبات‌ها

روبات‌ها ماشین‌هایی هستند که تا حدودی شبیه انسان رفتار می‌کنند و می‌توانند کارهای دشوار یا تکراری را انجام دهند. روبات‌های انسان‌نما حتی شبیه انسان هستند و می‌توانند راه بروند و یا بدون کمک انسان، کارهای دشوار را انجام دهند. بسیاری از روبات‌ها قادر به انجام چنین کاری نیستند. بعضی از آن‌ها فقط می‌توانند یک کار خاص را انجام دهند و بعضی دیگر به هدایت انسان نیاز دارند. بعضی از آن‌ها حرکت نمی‌کنند. ولی حتی این روبات‌ها نیز در پیشرفت حرکت، احساس و هوشمندی روبات‌هایی که در آینده می‌آیند کمک‌ساز هستند.



روبات‌ها
robots

چشم زیر این

روبات‌ها برای اکتشاف زیرآب‌نویسی مناسبند. آن‌ها به هوا نیاز ندارند و می‌توانند فشار آب اعماق را که بدن عوامان را درهم می‌تکند تحمل کنند. بعضی از روبات‌ها در واقع زیردریایی‌های کوچکی هستند که می‌توانند بدون کمک انسان داده‌های مورد نظر را جمع‌آوری کنند. بعضی دیگر مانند این چشم الکترونیکی، به یک گشتی وصل و توسط انسان کنترل می‌شوند. از این روبات برای بررسی و معاینه دکل‌های نفتی استفاده می‌شود.

کارگر خانگی

روبات‌های خانگی در خانه‌های معمولی کار می‌کنند. بعضی از آن‌ها فقط قادر به انجام یک کار تکراری، مانند زدن چمن یا جاروی خانه، می‌باشند. بعضی دیگر، مانند این روبات ERT به گلدان و آتش‌شان داده و در هورتی که خانه‌ای در خانه پیش باید به پلیس و یا دیگر اعضای خانواده خبر می‌دهند. این روبات برای افراد سالمند مناسب است.



روبات ساخته شده از قطعات یک کیت روبات‌سازی

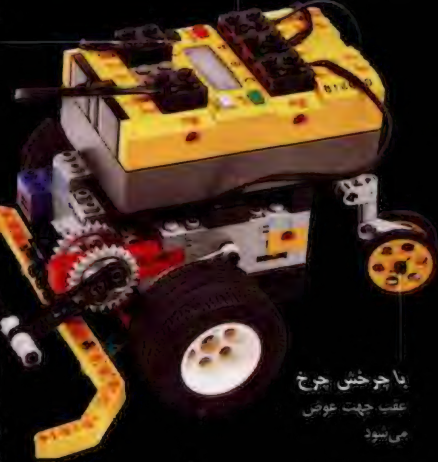
صفحه‌ی کنترل

جهت انتخاب برنامه‌های مختلف بازی

این توب سیکنال‌هایی فراسخ ساطع می‌کند تا روبات بتواند جای آن را مشخص کند



بازو حرکت می‌کند و توب را به جلو می‌راند



با چرخش چرخ عقب جهت عوض می‌شود

روبات فوتبالیست

پیش‌بینی می‌شود که با فرا رسیدن سال ۲۰۵۰ روبات‌ها بتوانند جام جهانی فوتبال برگزار کنند - و حتی از انسان‌ها ببرند. این هدفی است که ربات‌سازان و روبات‌ها، برنامه‌ی بین‌المللی برای توسعه‌ی روبات‌ها و مچ‌ز کردن آن‌ها به مهارت‌های مورد نیاز برای بازی فوتبال، دنبال می‌کنند. البته راه زیادی در پیش است. این روبات کوچک که با استفاده از یک کیت روبات‌سازی درست شده می‌تواند توب را در اختیار بگیرد ولی فقط آن را به طرف دروازه‌ای شوت می‌کند که فقط یک حریف از آن محافظت می‌کند.

بازو می‌تواند بالا و پایین و خم شود

خطوط هوای فشرده را به موتورهای تغذیه می‌کند که مفصل‌ها را به حرکت در می‌آورند

جریان بالای الکتریسته‌ی مورد نیاز برای جوشکاری توسط سیم‌ها فراهم می‌شود

حرارت فلز را دوب می‌کند و قطعات را به هم جوش می‌دهد

بازوی صنعتی

امروزه حدود یک میلیون روبات در کارخانجات سراسر جهان به کار مشغولند. بیش‌تر آن‌ها بازوهای مکانیکی ثابت شده به زمینی هستند که توسط رایانه کنترل می‌شوند. روبات‌های صنعتی در کارهایی مانند جوشکاری بدنه‌ی اتومبیل و بسته‌بندی کالاها به کار گرفته می‌شوند. آن‌ها قادر به دیدن نیستند و آنچه را که احتیاج دارند باید دقیقاً در جای مشخص خود باشد. برخلاف کارگران، روبات‌ها هیچ وقت خسته نمی‌شوند و به ندرت اشتباه می‌کنند.



سیگنال‌ها از رایانه به دست ارسال می‌شود و فشار انگشتان برای نگه داشتن جسم را تنظیم می‌کند

دست روبات

هر انگشت در دست این روبات سه مفصل دارد که توسط یک موتور الکتریکی حرکت می‌کنند. انگشت‌ها همچنین دارای نوک حساس هستند که فشار انگشتان را هنگام گرفتن چیزی مشخص می‌کند. به این ترتیب آن‌ها وقتی اشیاء ظریف را در دست می‌گیرند آن‌ها را خرد نمی‌کنند و یا اشیاء سنگین را به زمین نمی‌اندازند. از دست مصنوعی برای تحقیق پیرامون چگونگی کارکرد دست واقعی و کمک به آن‌هایی که دست خود را از دست داده‌اند استفاده می‌شود.

حسگرهای نوک انگشتان

سیگنال‌هایی ارسال می‌کند تا فشار بیش‌تر متوقف شود

باتری قابل شارژ است و می‌تواند برای مدتی بیش از یک ساعت کار کند

بسیار این روبات دو دوربین دارد تا بتواند مثل انسان دید سه بعدی داشته باشد

انگشتان و دست‌ها به مفصل مجهزند و حرکت آن‌ها توسط یک رایانه مرکزی هدایت می‌شود

تنه‌ی مینک روبات از الیاز سنگین با استقامت بالا ساخته شده است

روبات سونی کورپو

روبات کورپو یک روبات آزمایشی توسط شرکت سونی است که کارهای زیادی از آن برمی‌آید و هوشمند است. این روبات می‌تواند راه برود، چهره‌ها را از یکدیگر تشخیص دهد و حرف بزند. این روبات برخلاف بیش‌تر روبات‌های انسان‌نمای دیگر حتی می‌تواند روی سطوح ناصاف راه برود و اگر زمین بخورد از جا بلند شود. حتی احساس هم دارد. که احساسات خود را از طریق کلمات و زبان بدن، از جمله تغییر رنگ چشمان، نشان می‌دهد.

مفاصل چرخشی در آرنج روبات، باروی او را در یک دایره حرکت می‌دهند

اعضای بدن این روبات و رایانه آن به وی امکان می‌دهد خیلی آسان و بکثرت و با ثبات راه برود

چهار حسگر فشاری نصب شده کف هر پا، به راه رفتن روبات کمک می‌کند

روبات‌هایی که دارای ویژگی‌های ظاهری انسانی هستند، انسان‌نما نامیده می‌شوند. ساختن آن‌ها دشوارتر از ساختن بازوهای ثابت و یا ماشین‌های چرخ دار است زیرا آن‌ها باید بر روی دو پا راه بروند و تعادل خود را حفظ کنند. آن‌ها همچنین به حواس و هوش پیشرفته و سیستم تیرویی احتیاج دارند که در تمام طول روز آن‌ها را فعال نگه دارد. اما این روبات‌ها قادرند از ابزار استفاده کنند و به جاهایی نفوذ کنند که برای انسان‌ها طراحی شده است. و به همین دلیل مهندسين به شدت در تلاشند تا این گونه روبات‌ها را توسعه دهند.

هر انگشت توسط موتور الکتریکی خاص خود کنترل می‌شود

دست روبات درست شبیه دست انسان دارای مفصل است

مفصل آرنج به دست روبات امکان بالا و پایین رفتن می‌دهد



هوش مصنوعی

هوش مصنوعی به ماشین‌ها امکان می‌دهد مسأله‌ای را- مانند تشخیص یک صورت- حتی وقتی اطلاعات کافی برای حل منطقی آن وجود ندارد حل کنند. برای ما آسان است که انسان‌ها را از یکدیگر تمیز بدهیم؛ اما ماشین‌ها برای انجام این کار با دشواری رو به رو هستند. مسائل دشوارتر، مانند راندن یک اتومبیل، هنوز فراتر از توانایی روبات‌ها است. هوش به چیزی بسیار فراتر از منطق نیاز دارد. دانشمندان درصددند ماشین‌ها را به احساس نیز مجهز کنند.



نمایشگر احساسات
آیو را نشان می‌دهد
می‌کنند
صاحب سگ را دریافت
میکروفون‌ها صدای
حسگرهای بدن
وضعیت و موقعیت
آیو را بررسی
می‌کنند

▲ سگ روبات

آیو، سگ روباتی شرکت سونی، در ۱۹۹۹ ساخته شد. نرم افزارهای پیشرفته‌ی رایانه‌ای توانایی‌هایی را به آن می‌دهند که آن را به نظر طبیعی جلوه می‌دهد. غریزه‌های اساسی آیو عبارتند از خوابیدن، کندو، کاو، ورزش کردن و بازی کردن. این روبات همچنین می‌تواند خوشحالی، اندوه، خشم، حیرت و ترس را با نور، صدا و ژست نشان دهد. آیو صاحب خود را می‌شناسد و وقتی فراخوانده می‌شود به نزد او می‌رود.



دست می‌تواند به
طرفین حرکت کند

مفصل گردن، بالا
و پایین کردن سر را
میسازد

▲ برنامه‌ی تشخیص چهره

برنامه‌های تشخیص چهره با بررسی و اندازه‌گیری ویژگی‌های اصلی یک چهره، مثل شکل، رنگ و اندازه‌ی مردمک چشم‌ها و نوک دماغ و غیره، عمل می‌کنند. فاصله‌ها و زاویه‌های بین اعضای صورت در افراد مختلف متفاوت است. برنامه با بررسی و در نظر گرفتن ویژگی‌های کافی می‌تواند یک چهره را- حتی اگر کاملاً مشخص نباشد و یا شخص نقاب زده باشد- مشخص نماید.

حسگرهای لمسی

مانند پوست عمل می‌کنند

مفاصل فنروار دست

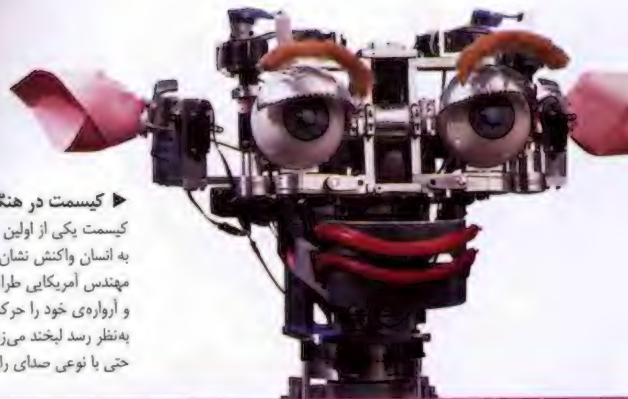
برای محافظت از روبات
و افراد اطراف آن

دست‌های بازویی

روبات و یا استفاده
از یک حرکت طبیعی
بازو چرخانده می‌شود

► کیست در هنگام ابراز شادی

کیست یکی از اولین روبات‌هایی بود که به شیوه‌ای طبیعی نسبت به انسان واکنش نشان داد. این روبات در ۱۹۹۹ توسط سیتیا بریزیل مهندس آمریکایی طراحی شد و می‌تواند گوش‌ها، ابروها، پلک‌ها و آرواره‌ی خود را حرکت داده و لب‌هایش را طوری حرکت دهد که به نظر رسد لیخت می‌زند و حتی قادر به اخم کردن است. این روبات حتی با نوعی صدای رایانه‌ای حرف می‌زند.



سیتیا بریزیل

آمریکایی، ۱۹۶۹-

خالق کیست با یک لیسانس مهندسی برق و رایانه از دانشگاه کالیفرنیا کار خود را آغاز کرد. او در آزمایشگاه هوش مصنوعی در مؤسسه‌ی فناوری ماساچوست (MIT) روی ساخت کیست کار کرد. هدف او ساخت روبات‌هایی است که بتوانند همای انسان کار کنند.

فناوری نانو

فناوری نانو به ما امکان ساخت اشیاء بسیار کوچک را می‌دهد. برخی از روش‌های آن از فناوری ریزتراشه گرفته شده است. شکل‌هایی بر روی سطح سیلیکان چاپ می‌شوند که سپس حکاکی شده و چرخ‌ها و یا حتی موتورهای میکروسکوپی ساخته می‌شود. روش‌های دیگر با استفاده از اتم‌ها اشیاء را حتی کوچک‌تر می‌سازد. این فناوری گرچه هنوز استفاده‌ی چندانی ندارد اما نوید آن را می‌دهد که در آینده، ماشین‌هایی ساخته شوند که آن قدر کوچک باشند که قادر به دیدنشان نباشیم.

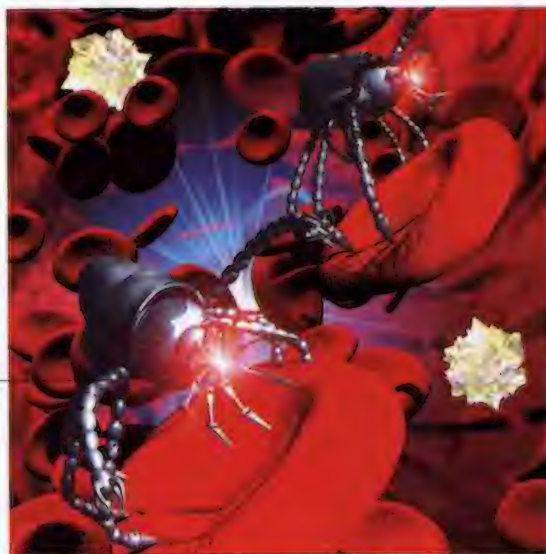
▼ روبات کای

این روبات پا ندارد ولی می‌تواند با گرفتن دست به اجسام جابه‌جا شود. هوش آن توسط چندین برنامه‌ی کامپیوتری، که در همکاری با یکدیگر قسمت‌های مختلف مغز را بازسازی می‌کنند، به دست می‌آید. رادنی پروکس مدیر آزمایشگاه هوش مصنوعی در MIT در ۱۹۹۴ پروژه‌ی ساخت کای را آغاز کرد. هدف از این برنامه بررسی این نکته است که هوش مصنوعی تا چه اندازه تحت تأثیر تجربیات انسان در دنیای واقعی می‌باشد.



◀ موتور مینیاتوری

در چند سال آینده ریزموتورهای سیلیکانی، مانند این موتور، می‌توانند جایگزین باتری‌های رایانه‌های لپ‌تاپ شوند. سوخت مایع در داخل یک محفظه‌ی احتراق کوچک مشتعل می‌شود و روتور مرکزی را می‌چرخاند؛ که در نهایت، مولدی را به راه می‌اندازد. محفظه‌ی سوخت برای این موتور وزنی بیش از وزن یک باتری معمولی لپ‌تاپ ندارد اما ده برابر طولانی‌تر به کامپیوتر برق می‌رساند.



▲ پزشکی نانو

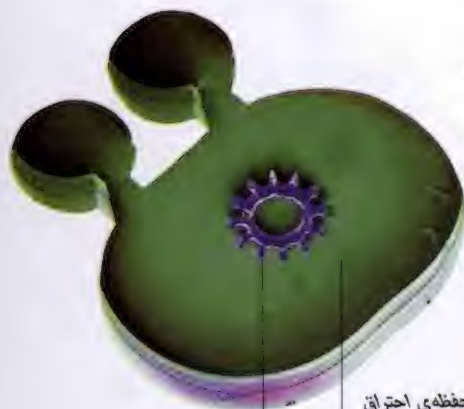
دانشمندان در حال کار بر روی ساختارهایی هستند که هزاران بار کوچک‌تر از موتور میکرونی می‌باشد. برای ساخت آن‌ها اتم‌ها را همچون آجرهایی که روی هم چیده می‌شوند به کار می‌برند. شاید روزی فرا رسد که بتوانیم روبات‌هایی به کوچکی گلبول‌های قرمز خون بسازیم. در این‌جا یک جفت روبات میکرونی خیالی در حال آزمایش و بررسی خون بیمار هستند.

◀ فناوری نانوی کربنی

اتم‌های کربن می‌توانند ملکول‌هایی به شکل لوله و یا گلوله - معروف به گلوله‌ی ملکولی - بسازند. این لوله شامل تعدادی گلوله‌ی ملکولی است که در داخل آن می‌غلطند. لوله‌های نانوی کربن می‌توانند به صورت لقا کننده‌ها و یا عایق‌های الکتریکی عمل کنند و ده برابر قوی‌تر از فولاد هستند. بزرگ‌ترین لوله‌های نانو حدود یک میلیمتر طول دارند، که آن‌ها را برای ساخت ماشین‌های الکتریکی بسیار کوچک و میکروسکوپی مناسب می‌سازد.

▲ ریزدنده‌ها

این دنده‌ها که به همان شیوه‌ی ساخت ریزتراشه‌ها از طریق حکاکی سیلیکان ساخته شده‌اند، آنقدر کوچکند که ۶۰ عدد از آن‌ها روی نوک یک سنجاق جا می‌گیرند. از آن‌جا که دنده‌ها از روی سطح به پایین حکاکی شده‌اند، در جاهایی که دنده‌های زیرین شکل گرفته‌اند سوراخ‌های مثلث شکل سیاه دارند.



محفظه‌ی احتراق که مخلوط سوخت و هوا در آن مشتعل می‌شود

روتور در اثر هجوم گاز داغ ناشی از اشتعال سوخت می‌چرخد



روبات میکرونی خیالی بر روی یک سلول قرمز خون

گلوله‌های ملکولی در داخل یک لوله‌ی نانو

لوله‌ی نانوی کربنی را می‌توان هم به عنوان یک قطعه‌ی الکتریکی و هم یک قطعه‌ی مکانیکی مورد استفاده قرار داد



فضا

۱۸۱	اورانوس	۱۶۰	گیهان
۱۸۲	نپتون	۱۶۲	انفجار بزرگ
۱۸۳	پلوتو	۱۶۴	کهکشان‌ها
۱۸۴	سیارک‌ها	۱۶۶	ستاره‌ها
۱۸۵	دنباله‌دارها	۱۶۸	سحابی‌ها
۱۸۶	اخترشناسی	۱۶۹	ستاره‌های غول پیکر
۱۸۷	رصدخانه‌ها	۱۶۹	سیاهچاله‌ها
۱۸۸	موشک‌ها	۱۷۰	خورشید
۱۸۹	ماهواره‌ها	۱۷۲	منظومه‌ی شمس
۱۹۰	سفر به فضا	۱۷۴	عطارد
۱۹۲	فضانوردان	۱۷۵	زهره
۱۹۴	ایستگاه‌های فضایی	۱۷۶	زمین
۱۹۶	رصدخانه‌های فضایی	۱۷۷	ماه
۱۹۸	مأموریت‌های بین سیاره‌ای	۱۷۸	مریخ
۲۰۰	حیات فرازمینی	۱۷۹	مشتری
		۱۸۰	زحل

کیهان

هر چیز موجود - ستاره‌ها، سیارات، کهکشان‌ها و هر چه که در فاصله‌ی آنهاست - کیهان را می‌سازد. دانشمندان عقیده دارند که جهان از ۴ درصد مواد معمولی، ۲۳ درصد ماده‌ی تاریک و ۷۳ درصد انرژی تاریک تشکیل شده است. ما تقریباً هیچ چیزی درباره‌ی انرژی تاریک نمی‌دانیم، اما گفته می‌شود که وجود همین نوع انرژی سبب شده است که جهان در حال انبساط باشد. نیروهایی چون گرانش و قوانین فیزیک و شیمی تعیین می‌کنند که ماده چیست و چگونه رفتار می‌کند.

▲ ماده در جهان

با نگاه کردن به آسمان، ماده را به شکل ستاره‌ها، سیاره‌ها و مجموعه‌هایی از ابرهای گاز و تبار می‌بینیم که سحابی‌ها را می‌سازند. این‌ها، شکل‌های قابل مشاهده‌ی ماده‌اند. اما اکثر شناسان عقیده دارند که بیشتر از ۹۰ درصد جهان را ماده‌ی غیر قابل مشاهده‌ای تشکیل می‌دهد که نامش را ماده‌ی تاریک نهاده‌اند.

▼ جایگاه ما در جهان

زمینی که روی آن زندگی می‌کنیم به نظر ما بزرگ و بسیار مهم می‌آید، اما در کل جهان، جز درای تاجیز و بی‌اهمیت نیست. اگر بخواهیم موقعیت زمین را بهتر نشان دهیم، باید بگوییم که زمین سیاره‌ی کوچکی در منظومه‌ی شمسی است که همراه بقایای آن به دور خورشید می‌گردد. خورشید یک ستاره از میلیارد‌ها ستاره‌ای است که در مجموع، کهکشان ما (راه شیری) را می‌سازد، اما این کهکشان هم چیزی از میلیارد‌ها کهکشان دیگر است که در مجموع، این جهان بزرگ را تشکیل داده‌اند.

▲ منظومه‌ی شمسی

۹ سیاره به همراه تعدادی قمر و اجرام کوچکی که دور خورشید می‌گردند، منظومه‌ی شمسی را تشکیل می‌دهند. فاصله‌ها در جهان چنان زیاد است که آنها را بر حسب مقیاس سال نوری - فاصله‌ای که نور در مدت یک سال طی می‌کند - اندازه می‌گیرند. هر سال نوری، برابر ۱۰ میلیون میلیون کیلومتر است. قطر کلی منظومه‌ی شمسی، برابر یک سال نوری است.

▲ سیاره‌ی ما

زمین، از فضا تنها به نظر می‌رسد، به علت وجود اقیانوس‌های وسیعی که ۷۰ درصد سطح زمین را می‌پوشانند. این سیاره از دور عمدتاً آبی دیده می‌شود. قطب‌ها یواکنده‌ی ابر همواره در آنسفر وجود دارند و قاره‌ها به صورت لکه‌های قهوه‌ای و سبز در میان قطعات وسیع آبی دیده می‌شوند. قطر زمین در منطقه‌ی استوا، ۱۲۷۵۶ کیلومتر است.

▲ شهر شلوغ

در طول قرن گذشته شهرهایی ساخته شدند که تقریباً نیمی از ۶ میلیارد نفر ساکنان زمین را در خود جا داده‌اند. وسعت هر یک از شهرهای بزرگ، چیزی در حدود دویز کیلومتر مربع است.

▲ منظومه‌ی شمسی

۹ سیاره به همراه تعدادی قمر و اجرام کوچکی که دور خورشید می‌گردند، منظومه‌ی شمسی را تشکیل می‌دهند. فاصله‌ها در جهان چنان زیاد است که آنها را بر حسب مقیاس سال نوری - فاصله‌ای که نور در مدت یک سال طی می‌کند - اندازه می‌گیرند. هر سال نوری، برابر ۱۰ میلیون میلیون کیلومتر است. قطر کلی منظومه‌ی شمسی، برابر یک سال نوری است.

▲ سیاره‌ی ما

زمین، از فضا تنها به نظر می‌رسد، به علت وجود اقیانوس‌های وسیعی که ۷۰ درصد سطح زمین را می‌پوشانند. این سیاره از دور عمدتاً آبی دیده می‌شود. قطب‌ها یواکنده‌ی ابر همواره در آنسفر وجود دارند و قاره‌ها به صورت لکه‌های قهوه‌ای و سبز در میان قطعات وسیع آبی دیده می‌شوند. قطر زمین در منطقه‌ی استوا، ۱۲۷۵۶ کیلومتر است.

▲ شهر شلوغ

در طول قرن گذشته شهرهایی ساخته شدند که تقریباً نیمی از ۶ میلیارد نفر ساکنان زمین را در خود جا داده‌اند. وسعت هر یک از شهرهای بزرگ، چیزی در حدود دویز کیلومتر مربع است.

توده‌ی برآمده‌ی مرکزی
از ماده‌ی متراکم شده‌ی
ستاره‌ها تشکیل شده است

نور کهکشان

دور دست در طول
میلیاردها سال
به زمین می‌رسد

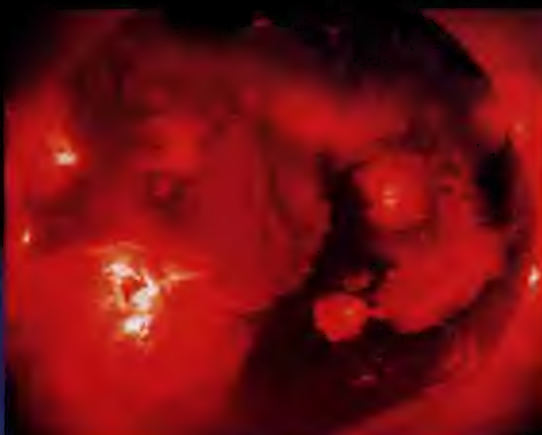
▲ کهکشان ما

خورشید، یکی از ۲۰۰ میلیارد ستاره‌ی موجود در کهکشان راه شیری است. خورشید، در یکی از دو بازوی مارپیچ کهکشان قرار دارد و فاصله‌اش از مرکز کهکشان در حدود ۲۵ هزار سال نوری است. قطر خود کهکشان، صد هزار، ولی ضخامت آن فقط دو هزار سال نوری است.

▲ جهان در حال انبساط

کهکشان ما، یکی از ده‌ها میلیارد کهکشان موجود در جهان است. کهکشان‌ها به صورت گروه‌ی یا خوشه‌ای توده می‌شوند که از اجتماع چند گروه با یک دیگر، این خوشه‌ها پدید می‌آیند. این این خوشه‌ها به همراه فضای بسیار وسیع و خالی بین آن‌ها، جهان بزرگ را می‌سازند. اخترشناسان معتقدند که کهکشان‌ها با سرعت زیادی در حال دور شدن از ما و از همدیگرند و هر چه فاصله‌ی آن‌ها بیشتر می‌شود، بر سرعتشان افزوده می‌شود. دانشمندان عقیده دارند که عامل این انبساط، انفجاری بزرگ است که در ۱۳٫۷ میلیارد سال قبل در جهان روی داده است.

e
کیهان
univers



► فضا از کجا آغاز می‌شود؟

زمین، در درون یک پوشش هوا به نام اتمسفر قرار دارد که ضخامت آن را در حدود ۴۰۰ کیلومتر تخمین زده‌اند. فضاوردانی که در سفینه خود به مدار زمین می‌روند، منظره‌ی زیبایی از این سیاره می‌بینند. آنان اتمسفر زمین را هم پوششی توصیف می‌کنند که به تدریج رقیق‌تر شده و سرانجام به فضای تاریک مابرای آن می‌پیوندد.

▲ نیروهای کیهانی

قمرهای آبی و قرمیا را که در این تصویر می‌بینید در اطراف سیاره‌ی مشتری می‌گردند. وجود نیروی گرانشی زیاد مشتری این قمرها را در مدار خود نگه می‌دارد. گرانش، یکی از چهار نیروی اساسی جهان و تنها نیرویی است که از فاصله‌های دور هم تأثیر خود را نشان می‌دهد. الکترومغناطیس نیرویی است که فقط بین موادی که بار الکتریکی دارند عمل می‌کند. نیروی قوی و نیروی ضعیف هم فقط در هسته‌ی اتم‌ها عمل می‌کنند.

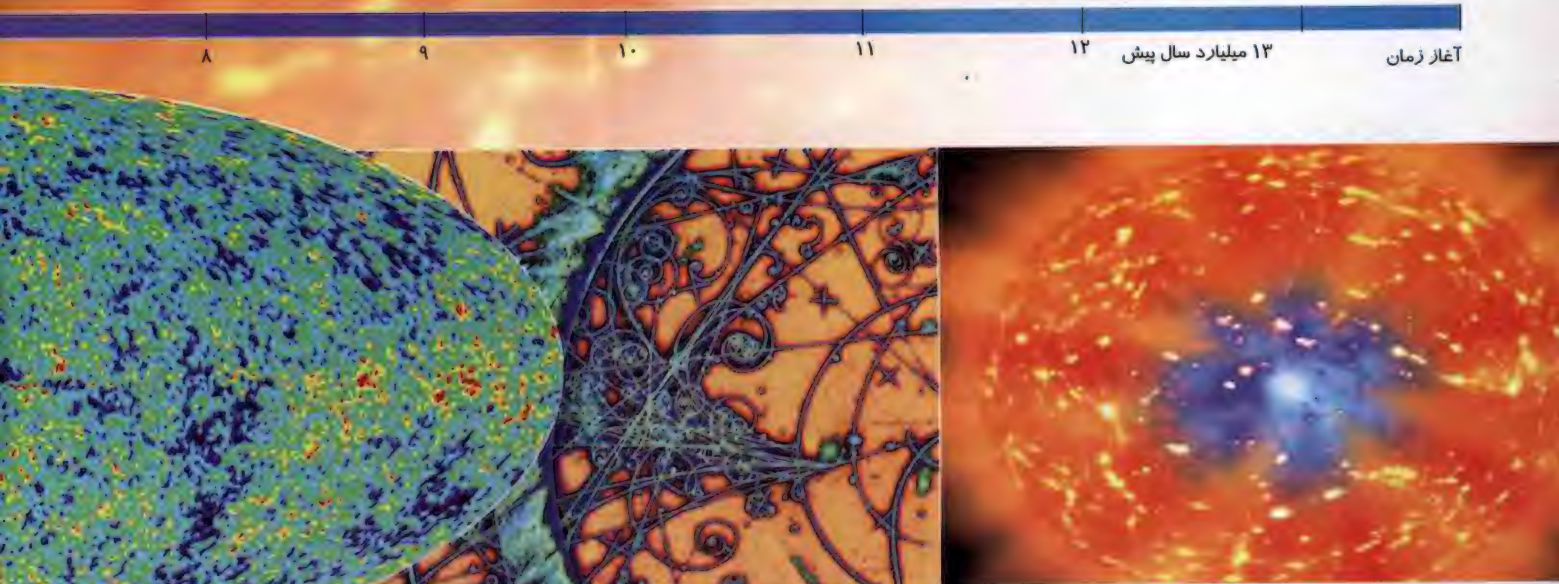
▲ انرژی و تشعشع

این تصویر که به کمک پرتوی ایکس از خورشید گرفته شده نشان می‌دهد که اتمسفر خورشید (به رنگ قرمز) در واقع از سطح این ستاره (به رنگ سیاه) داغ‌تر است. ستارگانی مانند خورشید انرژی خود را به شکل تابش‌های مختلفی به اطراف می‌فرستند. مجموعه‌ی این پرتوها را طیف الکترومغناطیسی می‌نامند. در درون این طیف، تشعشعات نوری مرئی وجود دارد که در دو طرف آن پرتوهای فرورسرخ (به شکل گرما) از یک سو، و پرتوهای گاما، ایکس، فرابنفش و امواج رادیویی از سوی دیگر، قرار دارند که آن‌ها را فقط به کمک دستگاه‌های ویژه می‌توان دریافت کرد.

انفجار بزرگ

اخترشناسان عقیده دارند که جهان در حدود ۱۳/۷ میلیارد سال پیش و طی پدیده‌ای به نام انفجار بزرگ پدید آمد. در یک لحظه، فضا و اجزای سازنده‌ی ماده به وجود آمدند و زمان آغاز شد. از آن لحظه به بعد، جهان شروع به منبسط شدن کرد و این انبساط هنوز هم ادامه دارد. در طول میلیاردها سال، ماده به شکل ساختارهایی بزرگ و پیچیده در آمد که تحولات آن هنوز هم پایان نیافته است.

انفجار بزرگ
۱۳ میلیارد سال پیش: اولین اتم‌ها پدید آمدند.
۱۲ میلیارد سال پیش: کهکشان‌ها تشکیل شدند.
۱۱ میلیارد سال پیش: کهکشان راه شیری تشکیل شد.



▲ لحظه‌ی انفجار

با وقوع انفجار بزرگ، جهانی بسیار داغ به کوچکی یک اتم به وجود آمد. این جهان داغ فوراً شروع به سرد شدن و منبسط شدن کرد و در اندک مدت، حجمی زیاد یافت. در لحظه‌ای کوتاه‌تر از یک میلیونیم ثانیه، نخستین ماده ایجاد شد، اما تا مدت هزارها سال، آنچه در جهان به چشم می‌خورد، تابش‌ها بودند.

▲ سه دقیقه‌ی اول

نخستین شکل‌های ماده که خلق شد، کوچکترین و پایه‌ای‌ترین ذرات ماده، مانند کوارک‌ها، بودند. دانشمندان امروزی سعی دارند، با ایجاد شرایط برخورد ذرات در شتاب دهنده‌های ویژه و مطالعه‌ی مسیرهای حرکتشان، آنها را مشابه آنچه که در آغاز پیدایش اتفاق افتاده بود بازسازی کنند. با سرد شدن جهان، آن ذرات به هم پیوستند و پروتون‌ها و نوترون‌ها را ایجاد کردند. از پیوند آن‌ها به هم، هسته‌های اتم‌ها پدید آمدند.

▲ پس از ۳۰۰/۰۰۰ سال، هسته‌ها

شروع به جذب الکترون‌ها و شکل‌گیری اتم‌ها کردند. این نقشه‌ی مایکروویو کیهانی، جهان را در ۳۸۰/۰۰۰ سال بعد نشان می‌دهد. نقاط زرد و قرمز کمی گرم‌تر از مناطق آبی و سبز هستند که نشان می‌دهد ماده در حال انبساط شدن است.

انتقال به سرخ

اخترشناسان با تحلیل نوری که از یک ستاره یا کهکشان می‌آید، می‌توانند سرعت جابه‌جایی آن را تعیین کنند و بگویند آیا به زمین نزدیک می‌شود یا از آن فاصله می‌گیرد. اگر جسمی در حال دور شدن از زمین باشد، نورش به سوی امواج بلندتر، یعنی قرمز گرایش می‌یابد. این پدیده را «انتقال به سرخ» نام‌گذاری کرده‌اند. می‌دانیم که جهان در حال انبساط است و تقریباً همه کهکشان‌ها از هم دور می‌شوند و پدیده‌ی انتقال به سرخ را نشان می‌دهند.

▲ کهکشان‌های دور و نزدیک

به نظر می‌آید دو کهکشانی که در این تصویر وجود دارند، به هم نزدیک باشند، اما در واقع، فاصله فضایی آن‌ها بسیار زیاد است. کهکشان بزرگ، ۸۰ میلیون سال نوری و کهکشان کوچک‌تر، یک میلیارد سال نوری از ما فاصله دارد. تحلیل انتقال به سرخ نور این دو کهکشان نیز نشان می‌دهد که کهکشان دورتر، از آن که نزدیک‌تر است با سرعت بیشتری در حال دور شدن است.



▼ تقویم زمانی جهان

اخترشناسان زمان وقوع انفجار بزرگ را ۱۳٫۷ میلیارد سال پیش تعیین کرده‌اند. کهکشان‌ها هم یک‌تا دو میلیارد سال بعد از آن تشکیل شدند. منظومه‌ی شمسی ما تا ۴٫۶ میلیارد سال قبل پدید نیامده بود. نخستین آثار حیات، یعنی تک سلولی‌های ابتدایی نیز در حدود یک میلیارد سال بعد در دریاها پیدا شدند. اما حدود ۶۰۰ میلیون سال قبل، یعنی در دوره‌ی کامبرین بود که به یک باره، بر تعداد انواع جانوران افزوده شد. اولین دایناسورها ۲۳۰ میلیون سال قبل پدید آمدند اما از وجود انسان، تا ۴ میلیون سال قبل هنوز خبری نبود.

۲۳۰ میلیون سال پیش

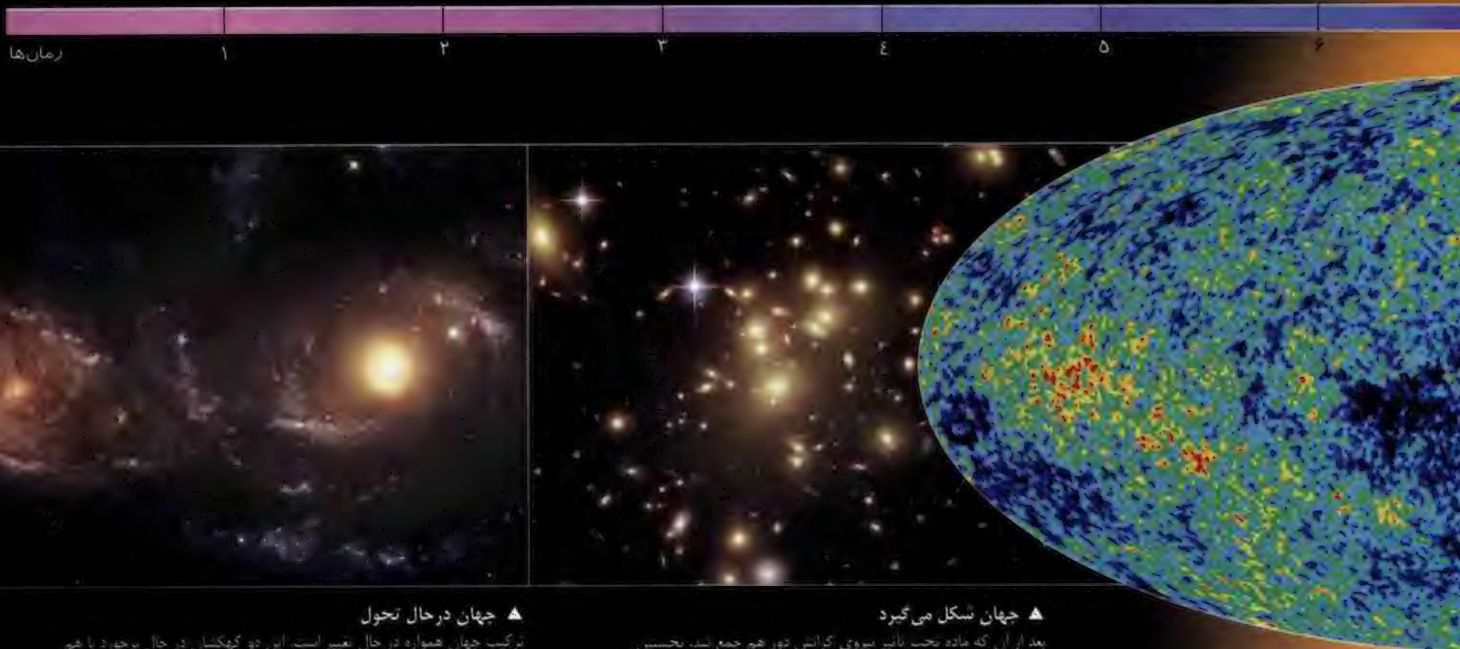
اولین دایناسورها به وجود آمدند

۴٫۶ میلیارد سال پیش

حیات در زمین پیدا شد

۱۳٫۷ میلیارد سال پیش

منظومه شمسی تشکیل شد



▲ جهان در حال تحول

ترکیب جهان همواره در حال تغییر است. این دو کهکشان در حال برخورد با هم دیگرند که در نتیجه، تعدادی از ستارگان در فضا رها می‌شوند. جهان همچنان در حال انبساط است با توجه به پدیده‌ی **انتقال به سرخ**. اخترشناسان می‌دانند که تقریباً تمام کهکشان‌ها در حال دور شدن از هم می‌باشند. البته، خود کهکشان‌ها در حال انبساط نیستند. زیرا نیروی گرانش ستاره‌های موجود در آن‌ها را در کنار هم نگه می‌دارد. اما فواصل بین کهکشان‌ها در حال افزایش است.

▲ جهان شکل می‌گیرد

بعد از آن که ماده تحت تأثیر نیروی گرانش دور هم جمع شد، نخستین ستاره‌ها و کهکشان‌ها شکل گرفتند. این تصویر که توسط تلسکوپ فضایی هابل گرفته شد، کهکشان‌هایی در فاصله ۲/۲ میلیارد سال نوری و تعدادی از کهکشان‌های دورتر را نشان می‌دهد. نیروی گرانش این خوشه، از جمله ماده‌ی تاریک آن، مانند ذره بین عمل می‌کند که کهکشان‌های دورتر را نیز قابل مشاهده می‌سازد.

ماده‌ی تاریک

جهان از ماده و انرژی ساخته شده است. ستاره‌ها و کهکشان‌ها شکل‌های قابل مشاهده‌ی ماده‌اند. اما شکل‌های غیرقابل مشاهده‌ای هم از ماده وجود دارد که آن را ماده‌ی تاریک می‌نامیم. وجود این نوع ماده را از روی اثر نیروی گرانشی آن استنباط می‌کنیم. اخترشناسان حدود ۹۰ درصد ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی جهان را از این نوع می‌دانند.

► گرانش نامرئی

این تصویر که از یک خوشه‌ی کهکشان و توسط تلسکوپ فضایی هابل تهیه شده، کهکشان‌هایی را به رنگ قرمز و تپه‌ی ستاره‌ها را به رنگ آبی تاریک دارد به رنگ آبی نشان می‌دهد. وقتی این دو تصویر با هم ترکیب شوند نشان می‌دهد که ماده‌ی تاریک در هر جایی که کهکشان‌ها متراکم و نوده‌بسته وجود دارد و نیروی گرانش ماده‌ی تاریک خوشه‌ها را در کنار هم نگه می‌دارد.



کهکشان‌ها

ستاره‌ها به‌طور یکنواخت در فضا پراکنده نشده‌اند؛ بلکه در مجموعه‌هایی به‌نام کهکشان دور هم جمعند. همه‌ی ستاره‌هایی که شب‌ها در آسمان می‌بینیم، متعلق به کهکشان خود ما، یعنی **راه شیری** هستند. بعضی از کهکشان‌ها کوچکند و فقط چند میلیون ستاره دارند. اما در بعضی، صدها میلیارد ستاره وجود دارد. کهکشان‌ها را بر اساس شکل ظاهری در سه گروه بیضوی، مارپیچی و بی‌شکل جای می‌دهند.



ادوین هابل

امریکایی، ۱۸۸۹-۱۹۵۳

ادوین هابل نخستین کسی بود که در سال ۱۹۲۳، زمانی که در رصدخانه‌ی ویلسون واقع در ایالت کالیفرنیا کار می‌کرد، دریافت که به جز کهکشان ما، کهکشان‌های دیگری هم در فضا وجود دارند. تقسیم‌بندی کهکشان‌ها به سه نوع بیضوی، مارپیچی و نامنظم نیز از کارهای هابل است.



کهکشان مارپیچی ESO ۵۱۰-۶۱۳

هر کهکشان مارپیچی، تقریباً دیسک مانند است و در وسط، از دو طرف برآمدگی دارد. بخش کناری این دیسک را بازوهای تشکیل می‌دهند که از برآمدگی میانی رو به بیرون خمیدگی دارند. ستاره‌های واقع در بخش برآمدگی قدیمی‌ترند و ستاره‌های جدید در بازوها تشکیل می‌شوند که پر از گاز و غبارند. در این تصویر از پهلو، از یک کهکشان مارپیچی با اندکی تابیدگی، نوارهای تیره‌ی غباری در داخل دیسک دیده می‌شود.



بازوهای مارپیچی،

دارای ابرهای غبار و گاز و عمدتاً ستاره‌های جوان و داغ هستند

برآمدگی مرکزی،

آکنده از ستاره‌های زرد و قرمز قدیمی است که بسیار درخشان هستند



بازوهای مارپیچ

در این تصویر رو به رو از یک کهکشان مارپیچی، بازوها کاملاً مشخص از همدیگرند. این کهکشان که M ۱۰۰ نام دارد، یکی از مشخص‌ترین کهکشان‌های مارپیچی شناخته شده است و آن را در گروه Sc قرار می‌دهند (S علامت مارپیچ بودن و C نشانه‌ی بازوهای باز شده‌ی آن است). در کهکشان‌های گروه Sb و Sc، بازوها تا حدی بسته‌ترند. در بعضی از این نوع کهکشان‌ها، که Sb نام دارند، بازوهای مارپیچ از یک ستون مستقیم ستاره خارج شده‌اند.

► خوشه‌ی کهکشانی

در خوشه سنبله، بیشتر از ۲ هزار کهکشان وجود دارد، که در این جا فقط قسمت کوچکی از این خوشه را می‌بینید. کهکشان‌هایی به صورت خوشه در کنار هم قرار می‌گیرند که تحت تأثیر نیروی گرانشی کهکشان‌ها و ماده‌ی سیاه نامرئی باشند. کهکشان‌ها در داخل خوشه حرکت می‌کنند. کهکشان‌های کوچک دور کهکشان‌های بزرگتر می‌گردند و گاهی در هم می‌آمیزند. گاهی نیز اجتماعی از خوشه‌های کهکشانی، همراهم‌تر شده و تشکیل یک ابرخوشه را می‌دهند.



▲ کهکشان‌های نامنظم

ابر بزرگ ماژلانی، یکی از نزدیک‌ترین کهکشان‌ها به ما است. این ابر نمونه‌ی یک کهکشان نامنظم است و شکل خاصی ندارد. فاصله این کهکشان از ما حدود ۱۶۰ هزار سال نوری است و یک‌سوم پهنای کهکشان ما را دارد.

▲ کهکشان بیضوی

کهکشان M۴۷ که در خوشه‌ی سنبله قرار دارد، مثالی از یک کهکشان بیضوی است. در این کهکشان‌ها بازوی مارپیچ وجود ندارد و کروی یا بیضی‌ایند. بعضی از بزرگترین کهکشان‌ها، در این گروه قرار می‌گیرند. پهنای کهکشان M۴۷ ممکن است حدود ۵۰۰ هزار سال نوری باشد.

▲ کهکشان فعال

این کهکشان مارپیچ که از روبه‌رو دیده می‌شود یک کهکشان سیلفرت از نوع کهکشان‌هایی است که مرکز درخشانی دارند. این کهکشان را از این نظر فعال می‌نامند که انرژی زیادی را از خود منتشر می‌کند. از جمله کهکشان‌های فعال دیگر، می‌توان کهکشان‌های رادیویی، کوازارها و بلازارها را نام برد.

راه شیری

کهکشان که سیاره‌ی زمین در آن قرار دارد، راه شیری نام دارد. پهنای این کهکشان حدود ۱۰۰ هزار سال نوری است. خورشید یکی از ۲۰۰ میلیارد ستاره‌ای است که در این کهکشان قرار دارد و جایش در یکی از بازوهای مارپیچ آن است. در شب‌های صاف و دور از نور چراغ‌های شهر، قسمتی از این کهکشان را می‌توان به صورت ابر رقیق و نوارمانندی در آسمان دید.

► راه شیری

در شب‌های صاف، این کهکشان به صورت ابر رقیقی در پهنه‌ی آسمان دیده می‌شود. علت نواری دیده شدن آن تحت و مسطح بودن دیسک آن است و ما از زمین، که در یک بازوی مارپیچ آن قرار دارد، دیسک را از پهلو می‌بینیم. از درون یک تلسکوپ دو چشمی کوچک هم می‌توان توده‌ی ستاره‌های آن را که به نظر نزدیک به هم می‌آیند، مشاهده کرد. پارک‌های تاریک بین ستاره‌ها هم محل‌هایی هستند که وجود ابرهای متشکل از غبار مانع از عبور نور ستاره‌های پشتی می‌شوند.



بازوی پیچیده

کهکشان اقماری



▲ همسایه‌ی ما، کهکشان آندرومدا

کهکشان ما جزئی از یک خوشه‌ی کهکشانی کوچک است که به آن، کهکشان محلی می‌گویند و به نظر می‌رسد در پر دارنده‌ی حدود ۳۰ کهکشان باشد. بزرگترین کهکشان این خوشه آندرومدا نام دارد که بزرگ و از نوع مارپیچی است و حدود ۴۰۰ میلیارد ستاره دارد و با آن که فاصله‌ی این کهکشان از ما حدود ۲/۵ میلیون سال نوری است حتی بدون دوربین و تلسکوپ هم می‌توان آن را مشاهده کرد. آندرومدا دو کهکشان اقماری از نوع بیضوی دارد که در حین حرکت در فضا، به دور آن می‌چرخند.

ستاره‌ها

سایر ستاره‌ها هم مانند خورشید ما، توده‌ی عظیمی از گازهای بسیار داغند. ستاره‌ها انرژی زیادی را به صورت گرما و نور تولید می‌کنند. ستاره‌های نورانی و درخشان طرح‌هایی را در آسمان به وجود می‌آورند که به آن‌ها **صورت‌های فلکی** می‌گوییم. همه ستاره‌ها چنان از زمین و از یکدیگر دورند که فاصله‌های آن‌ها را بر حسب سال نوری اندازه می‌گیرند. نور نزدیک‌ترین ستاره به زمین (قنطورس نزدیک) برای رسیدن به ما بیشتر از ۴ سال در راه خواهد بود- یعنی بیشتر از چهار سال نوری از ما دور است.

اندازه‌ی ستاره‌ها

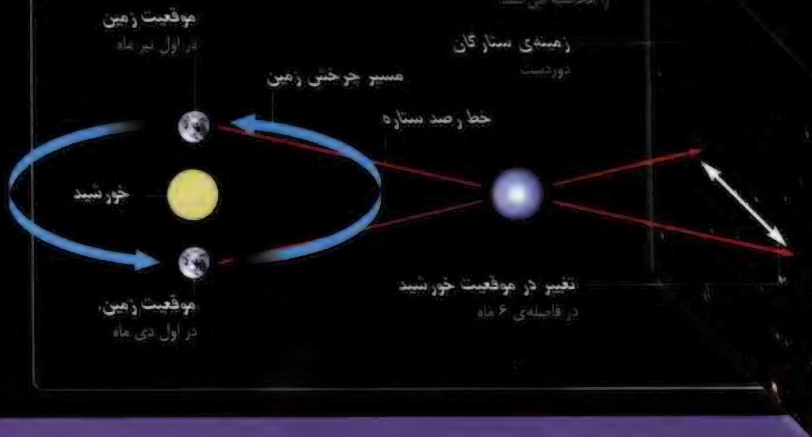
اندازه‌ی ستاره‌ها بسیار متغیر است - خورشید، ستاره‌ی نسبتاً کوچکی است که در اصطلاح آن را کوتوله‌ی زرد می‌نامند. قطر خورشید ۱۴۰ هزار کیلومتر است. خورشید بسیار بزرگ‌تر از سیاره‌های منظومه شمسی است. در واقع، خورشید ۱۰۰۰ برابر از زمین بزرگ‌تر است. اگر خورشید هم اندازه زمین بود، می‌توانست ۱۰۰۰ بار در فضا جای بگیرد.

▲ نور ستاره در صورت فلکی تور

این مجموعه‌ی روشن ستاره‌ای را بشناس (تور یا ثریا) می‌نامند. این ستاره‌ها هم مانند همه‌ی ستاره‌های دیگر از خود انرژی به صورت نور و گرما منتشر می‌کنند. اندازه‌ی آن‌ها در هسته‌ی مرکزی ایجاد می‌شود؛ یعنی در آن‌جا واکنش‌های هسته‌ای صورت می‌گیرد که طی آن‌ها، هسته‌های اتم چهار عددی با هم ترکیب می‌شوند و هسته‌ی اتم هلیوم را می‌سازند. در این نوع همجوشی هسته‌ای انرژی بسیار زیادی ایجاد می‌شود.

فاصله‌ی ستاره‌ها

اگر دست خود را به طور افقی، صاف نگه دارید، یک انگشت خود را بالا بگیرید و ابتدا با یک چشم و سپس با چشم دیگر به آن نگاه کنید. به نظر می‌آید که انگشت شما نسبت به اشیای پشت آن جابه‌جا می‌شود. علت آن است که خط دید دو چشم شما یکی نیست و کمی فرق دارد. به این پدیده، اختلاف منظر می‌گویند. به همین ترتیب، وقتی زمین دور خورشید می‌گردد، خط دید ما نسبت به ستاره‌ها تغییر می‌کند و ستاره‌های نزدیک در زمینه‌ی ستاره‌های دور، ظاهر یا غایب می‌کند. اخترشناسان با همین روش و با استفاده از این اختلاف منظر، فاصله‌ی ستاره‌ها را زمین را محاسبه می‌کنند.



ستاره‌ی ای سیفید
هفت برابر بزرگتر از خورشید

غول قرمز
۴۰۰ برابر بزرگتر از خورشید

خورشید
یک کوتوله‌ی زرد

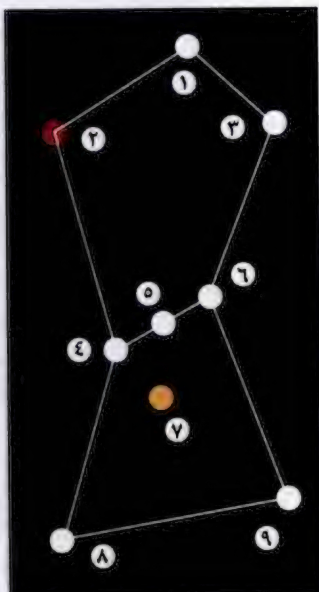
ایو غول
بزرگتر از خورشید

صورت‌های فلکی

مردمان قدیم با نگاه کردن به آسمان شب، ستارگان نزدیک به هم را در گروهایی قرار می‌دادند و برای آن‌ها شکل‌هایی را به تصور می‌آوردند. به این مجموعه‌ها صورت فلکی گفته می‌شد. هر صورت فلکی نامی داشت که آن را یونانی‌ها، رومی‌ها، مصری‌ها، چینی‌ها و مسلمانان عرب یا ایرانی از روی نام موجودات افسانه‌ای خود انتخاب کرده بودند (در ایران، نام‌های عربی به کار می‌رود) اما اخترشناسان دریافته‌اند که این ستاره‌ها در واقع به هم نزدیک نیستند و گاه صدها سال نوری با هم فاصله دارند و از زمین به آن جهت در کنار یکدیگر یا مرتبط با هم به نظر می‌رسند که در یک مسیر در آسمان قرار گرفته‌اند.

الگوهای ستاره‌ها

این صورت فلکی، به نام جبار یا شکارچی، بسیار معروف است. ستاره‌ها، مربوط به نام هر کدام از ستاره‌ها در شکل زیر است. درخشان‌ترین ستاره‌های هر صورت فلکی را به هم وصل می‌کردند تا شکلی را مجسم کنند. گرچه این طرح‌ها همیشه با شکلی که در نظر گرفته می‌شد و نامی که به آن داده می‌شد مطابقت نداشت.



۱ هگا (میس)

۲ ابط الجوز، یک ستاره‌ی آبرغول که در آسمان به رنگ قرمز است

▼ شکارچی بزرگ

صورت فلکی جبار، نام خود را از اورپون از شخصیت افسانه‌ای یونان قدیم گرفته است. نخستین اخترشناسان، وقتی به این مجموعه‌ی ستاره‌ها نگاه می‌کردند، الگوی آن‌ها را مانند صیادی می‌دیدند که گریز در دست دارد. سه ستاره وسط مجموعه هم کمر بند اوست سحابی اورپون هم بخشی از شمشیری را نشان می‌دهد که او به کمر خود بسته است.



۳ بلاتریکس

۴ مینتاکا

۵ الیتام

۶ الیتاک

۷ سحابی اورپون، ابر گازی در حال رشد

۹ شعرای یمانی، یک ستاره‌ی غول پیکر آبی سفید بسیار داغ

▲ شکارچی در آسمان

صورت فلکی شکارچی را به آسانی می‌توان در آسمان شب تشخیص داد و چون نزدیک به خط استوا است، از هر دو نیمکره‌ی شمالی و جنوبی قابل مشاهده است. ناظران نیمکره‌ی شمالی، آن را در زمستان و ناظران نیمکره‌ی جنوبی آن را در تابستان بهتر می‌بینند. روشن‌ترین ستاره‌های این صورت فلکی، ابط الجوز (Betelgeuse) و شعرای یمانی (Rigel) هستند.

۸ ساط

▲ ستاره‌ی دوقلو

با آنکه خورشید در میانه آسمان تنه‌ایست، بیشتر ستاره‌ها یک یا چند همراه دارند. درخشان‌ترین ستاره‌ی آسمان، سیروس است که خود از جمله ستاره‌های دوقلو محسوب می‌شود. سیروس A، بیشترین نور را دارد، اما در این تصویر که با پرده آبیکی تهیه شده، ستاره‌ی همراه آن با سیروس B روشن‌تر به نظر می‌رسد. پرده‌ی آبیکی را بزرگ‌ترین ستاره‌ی دوقلو، یعنی ستاره‌ی کوچک و بسیار داغ است.

سحابی ها

فضای بین ستاره‌ها کاملاً خالی نیست، بلکه، با ابری متشکل از گاز و غبار به نام سحابی پر شده است. سحابی‌ها را فقط زمانی می‌بینیم که درخشندگی می‌یابند، یا نور ستاره‌ی مجاورى را منعکس می‌کنند. گاهی هم با آن که سحابی‌ها را نمی‌بینیم، می‌دانیم که در جایی از فضا موجودند، زیرا جلوى نور پشت خود را سد می‌کنند. گفته می‌شود که سحابی‌های تاریک، زادگاه ستاره‌های جدیدند.

ایوه‌های بین بستاره‌ای ◀

e
سحابی‌ها
nebulae

چرخه‌ی زندگی ستاره‌ها

ناجیہی مہراکم سحرانی جہرک
میں خورج و گرم میں سود و ستارعی اول

ستاره‌ی بزرگ

واکنش های هسته ای
داخل

ستاره‌ی رشته اصلی

ستاره‌ی کوچک
جای تو در من همیشه بود

غول قرمز

سحابی سیاره‌ای

کوئولہی

سرد شدن
کوتوله‌ی سفید

کوئٹہ
سیاہ

بيروني

هسته‌ی داغ (میدان)

مسرح ۲ سیدن سمنار ۵

ملتمسب نمدر

سید احمد خاں

المجلة

سویر نوا

ستاره‌ی بسیار عظیم منجر
و لایه‌ی بیرونی آن جدا می‌شود

ہمسفہ درہم می رود
و بسیار متراکم می شود

ستاره‌ی نوترونی

ستاره‌های غول‌پیکر

ستاره‌های غول‌پیکر، طی انفجاری به نام سوپرنووا از بین می‌روند و فقط هسته‌ای متراکم از آن‌ها باقی می‌ماند. اگر هسته بسیار متراکم باشد، به ستاره‌ی نوترونی تبدیل خواهد شد که با سرعت زیاد می‌چرخد و پرتوهای انرژی از خود بیرون می‌دهد. اگر این پرتوها به زمین برسند، به حالت پیام‌های ضربان مانند یا تپنده‌ای دریافت می‌شوند. در مواردی هم که یک کوتوله‌ی سفید واقع در ستاره‌های دوقلو به علت ریزش مواد ستاره‌ی همراه منفجر شود، باز سوپرنووا پدید خواهد آمد.



ژوسلین بل پارنل
انگلیسی، ۱۹۳۳-

این اخترشناس، زمانی به عنوان دانشجوی محقق در رصدخانه رادیویی دانشگاه کمبریج کار می‌کرد. در روز ششم اوت ۱۹۶۷ نخستین ستاره‌ی تپنده را کشف کرد. وی در آن هنگام پیام‌های رادیویی غیرعادی و ویژه‌ای را دریافت کرد که در فاصله هر ۱/۳۳ ثانیه تکرار می‌شدند. اخترشناسان بعداً متوجه شدند که این سیگنال‌ها از یک ستاره‌ی نوترونی می‌آیند که به سرعت در حال چرخش است.



سوپرنووا ۱۹۸۷ A
بعد از انفجار



سندولیک ۶۹ - درجه ۲۰۴
قبل از انفجار

خرچنگ SNR

این اثر درخشان که خرچنگ SNR نام‌گذاری شده، حاصل سوپرنوایی است که اخترشناسان چینی نخستین بار آن را در سال ۱۰۵۴ میلادی رصد کردند. در زمان انفجار، ابر عظیمی از گاز در سطح وسیعی از فضا پراکنده شد. اخترشناسان، نام این گونه ابرها را بقایای سوپرنووا (SNR) می‌نامند. در درون خرچنگ SNR پالسار پندوی وجود دارد که در هر ثانیه ۳۰ بار پرتو می‌فرستد.

ستاره‌های
غول‌پیکر
supernovas

سوپرنووا ۱۹۸۷ A

در ۲۳ فوریه ۱۹۸۷، ستاره‌ی بسیار درخشانی در داخل ابر بزرگ ماژلانی مشاهده شد. این ستاره بدون تلسکوپ هم کاملاً قابل مشاهده بود. این جسم در واقع ستاره‌ی جدیدی نبود، بلکه یک ستاره‌ی قبلی بود (سندولیک ۶۹ - ۲۰۴ درجه) که منفجر شده و سوپرنوایی را تشکیل داده بود.

نیتر رجوع شود به ۴۴ • سحابی‌ها ۱۶۸ • کپکشان‌ها ۱۶۴-۱۶۵

سیاه‌چاله‌ها

سیاه‌چاله‌ها
black holes

هنگامی که ستاره‌های بزرگ‌تر به صورت سوپرنووا منفجر می‌شوند هسته‌ی آن‌ها تحت تأثیر نیروی گرانشی در هم فشرده می‌شود و یک سیاه‌چاله را پدید می‌آورد. در این نواحی، نیروی گرانش چنان زیاد است که حتی نور هم نمی‌تواند از آن بگریزد. اخترشناسان نمی‌توانند سیاه‌چاله‌ها را ببینند، اما توانایی ردیابی آن‌ها را دارند، زیرا ماده‌ای که به درون یک سیاه‌چاله به حالت دورانی مکیده می‌شود، پرتوهای ایکس منتشر می‌کند که با تلسکوپ‌های پرتوی ایکس قابل مشاهده است.

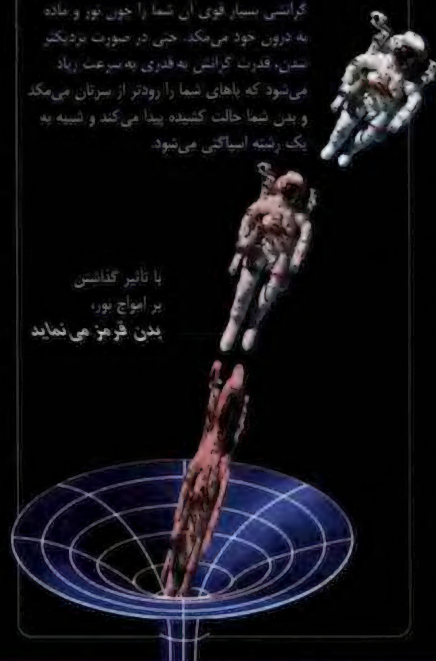
سیاه‌چاله‌ی بسیار حجیم

به نظر می‌آید که سیاه‌چاله‌های بسیار حجیم انرژی فوق‌العاده زیاد کیهکسال‌های معالی چون گولارها را تأمین می‌کنند. جرم این سیاه‌چاله‌ها میلیون‌ها بار از جرم خورشید زیادتر است. ماده‌ای که از ابرهای گازی یا ستارگان مجاور به درون سیاه‌چاله مکیده می‌شود، دیسک شتاب‌داری را پدید می‌آورد که قادر است نور و دیگر تابش‌ها از خود ساطع کند. از مرکز دیسک، انرژی به بیرون ارسال می‌شود.

اسیانتی شدن

اگر شما آن قدر کم‌تألی باشید که در نزدیکی یک سیاه‌چاله‌ی مستدار قرار بگیرید، نیروی گرانشی بسیار قوی آن شما را چون نور و ماده به درون خود می‌مکد. حتی در صورت بردن یک سنج، قدرت گرانش به قدری به سرعت زیاد می‌شود که پاهای شما را رودتر از سرتان می‌مکد و بدن شما حالت کشیده پیدا می‌کند و شبیه به یک رشته اسیانتی می‌شود.

با تأثیر کشش
بر اجزای نور،
بدن قرمز می‌نماید



نیتر نگاه کنید به ۴۴ • جذب ۷۷ • کپکشان‌ها ۱۶۴-۱۶۵ • سحابی‌ها ۱۶۸

خورشید

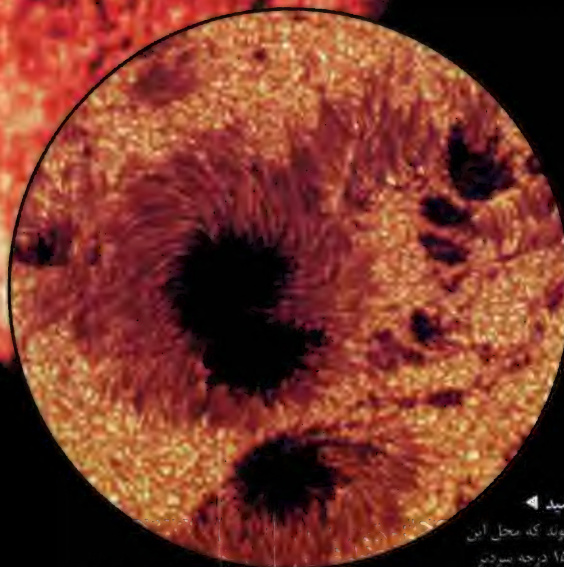
این گوشه از جهان که ما در آن زندگی می‌کنیم تحت سلطه‌ی ستاره‌ای است که آن را خورشید می‌نامیم. خورشید، به همراه مجموعه‌ای از سیاره‌ها، قمرها و اجرام دیگری که منظومه‌ی شمسی را تشکیل می‌دهند، در سفری دایمی است. خورشید بسیار بزرگ است - بیش از صد برابر زمین قطر دارد. جرم آن، با جرم هیچ کدام از اجزای منظومه قابل مقایسه نیست، زیرا ۷۵۰ برابر مجموع جرم تمام آن‌ها است. گاهی اوقات، ماه در هنگام روز بین زمین و خورشید قرار می‌گیرد و خورشید گرفتگی یا کسوف رخ می‌دهد.



▲ حلقه‌های اتمسفر خورشید

لایه‌هایی از گاز خورشید را در بزرگ‌هاند، بیرونی‌ترین لایه‌ی اتمسفر خورشید را کرپا (ناج) می‌نامند این لایه، در زیر نور فرابنفش حلقه‌هایی متشکل از گازهای داغ را نشان می‌دهد. این حلقه‌ها گاهی تا ارتفاع ۵۰۰ هزار کیلومتری خورشید بالا می‌روند. لایه‌ی داخلی اتمسفر خورشید که کروموسفر (کروموس - رنگ) نام دارد به رنگ صورتی دیده می‌شود.

هستند! هرگز به طور مستقیم و به‌خصوص با دوربین و تلسکوپ به خورشید نگاه نکنید، زیرا نور شدید آن ممکن است باعث نابینایی شود.



نیم‌سایه‌ی روشن‌تر
نیم‌سایه‌ی تاریک‌تر

▲ سطح اشسته

سطح خورشید (موسوم به فوتوسفر) را توده‌ای از گازهای خروشان متشکل می‌دهند که در ظاهر به دریایی مسالام و یوفانی می‌ماند. یکی از دلایل ایجاد این وضع را وجود میدان مغناطیسی بسیار پر قدرت می‌دانند. که هزاران برابر جاذبه‌ی زمین است خورشید در واقع سطح معینی ندارد و آن را فقط باید بالاترین لایه‌ی گازی این ستاره دانست. سطح خورشید به نظر می‌رسد پوشیده از خال‌های روشن، لکه‌های خورشیدی و سائلی روشن است که در اثر انفجارهای معروف به رانه‌های خورشیدی پدید می‌آیند.

لکه‌های خورشید

کاد گاهی لکه‌های تیره‌ای در سطح خورشید ظاهر می‌شوند که محل این لکه‌ها در مقایسه با سایر نقاط سطح خورشید، حدود ۱۵۰۰ درجه سردتر است. قطر لکه‌ها متفاوت است و از چند هزار تا ۱۰۰ هزار کیلومتر می‌رسد این لکه‌ها تا چند ساعت و گاهی تا هفته‌ها همچنان باقی می‌مانند. تعداد لکه‌ها، در دوره‌های ۱۱ ساله، که به آن چرخه‌ی لکه‌های خورشیدی می‌گویند، کم و زیاد می‌شود.

زمانه‌ی خورشیدی
مجموعه‌ای از گازهای
داغ که تحت تأثیر میدان
مغناطیسی پدید آمده‌اند

فتوسفر

سطح پورای خورشید

درون خورشید

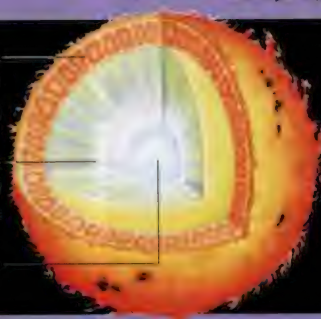
منطقه‌ی همرفت

گازهای بالا آمده انرژی
را به سطح می‌آورند

منطقه‌ی رادیو اکتیو

انرژی از هسته به بیرون
می‌رود

هسته‌ی مولد انرژی



داده‌های پایه

قطر در استوا	۱/۴ میلیون کیلومتر
فاصله از زمین	۱۴۹ میلیون کیلومتر
جرم (زمین=۱)	۳۳۰ هزار
متوسط چگالی	۱/۴۱ برابر چگالی آب
دوره‌ی چرخش	۲۵/۴ روز (در استوا)
دمای سطحی	۵۵۰۰-۷۰۰۰ °C
دمای هسته	۱۵ میلیون درجه سانتی گراد
سن	۴/۶ میلیارد سال

▲ نوترینوهای خورشید

دانشمندان در رصدخانه‌ی واقع در آنتاریوی کانادا، نوترینوها، یعنی ذرات بارداری را که از خورشید می‌آیند را با استفاده از مخزنی که در اعماق زمین نصب شده، به دام می‌اندازند. نوترینوها در بحث مرکزی خورشید و ستارگان دیگر به وجود می‌آیند. دانشمندان با مطالعه‌ی آن‌ها، اطلاعات بیشتری را درباره‌ی ساختمان هسته‌ی ستاره‌ها جمع‌آوری می‌کنند. نوترینوها توان عبور از ماده و خاک را دارند اما در مخازن زیرزمینی، چون امکان تداخل آن‌ها با ذرات دیگر وجود ندارد، می‌توان آن‌ها را جمع‌آوری کرد.

بادهای خورشیدی

از خورشید همواره ذرات بارداری در فضا پراکنده می‌شوند که به آن‌ها باد خورشیدی می‌گویند. بادهای خورشیدی تأثیرات زیادی روی وضعیت هوای زمین می‌گذارند. چنان‌که این تصویر نشان می‌دهد، گاهی مقدار ذرات جدا شده از خورشید زیاد است، که در این حال، آن ذرات می‌توانند باعث بروز توفان مغناطیسی در زمین شوند. این توفان‌ها بر غشاهای قطب‌نما اثر می‌گذارند و پیام‌های رادیویی را مختل می‌کنند.

ظاهر دانه دانه

چاب گازهای داغ
به قطر ۱۰۰۰ کیلومتر

خورشید گرفتگی (کسوف)

گاهی ماه در حین گردش به دور زمین مستقیماً از جلوی خورشید می‌گذرد و مانع رسیدن نور آن به زمین می‌شود. به این حالت که مدت زیادی طول نمی‌کشد، خورشید گرفتگی یا کسوف می‌گویند. گاهی خورشید گرفتگی کامل و گاهی ناقص است، یعنی فقط روی قسمتی از آن پوشیده می‌شود. خورشید گرفتگی کامل به ندرت اتفاق می‌افتد. در چنین مواقعی، هوا مانند شب تاریک می‌شود، خورشید گرفتگی کامل، فقط ۷/۵ دقیقه و حتی کمتر طول می‌کشد.

در سایه‌ی ماه

در طول خورشید گرفتگی، سایه‌ی ماه روی زمین می‌افتد. افرادی که در منطقه‌ی سایه‌ی کامل (اومبرا) ساکنند، خورشید گرفتگی را به‌طور کامل می‌بینند اما کسانی که در منطقه‌ی نیمه‌سایه (پنومبرا) قرار دارند، قسمتی از خورشید را بزرگ می‌بینند. با گردنی ماه به دور زمین، منطقه‌ی سایه‌ی کامل هم مانند کمربندی به چرخش می‌چرخد. پهنای این کمربند سایه‌ی کامل حدود ۳۴۰ کیلومتر است.

▲ مشاهده‌ی کرونا

کرونای خورشید (لایه‌ی بیرونی آن) از زمین دیده می‌شود، زیرا فتوسفر آن روشنائی زیادی دارد، اما در طول خورشید گرفتگی کامل، ماه سطح خورشید را می‌پوشاند و باینکه این، اتمسفر آن پدیدار می‌شود. کرونا که مانند هاله‌ای شیری رنگ است، با میلیون‌ها کیلومتر در فضا امتداد دارد. دمای کرونا حدود ۲ میلیون درجه‌ی سانتی گراد است.



منطقه‌ی خورشید گرفتگی کامل

ارسال نور به اطراف

مدار ماه

زمین

خورشید

ماه به دور زمین می‌گردد

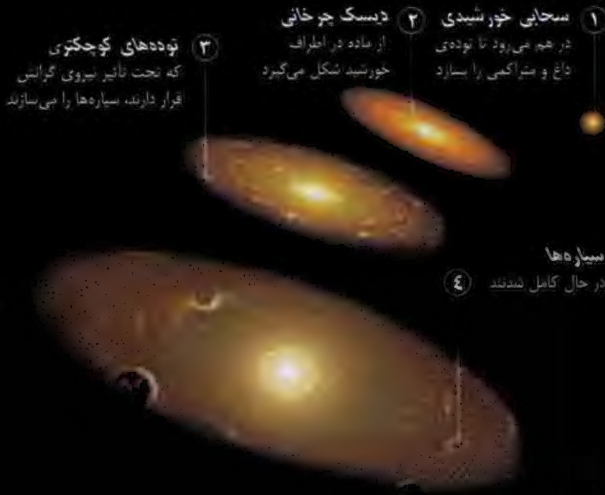
و گاهی سایه‌اش روی زمین می‌افتد

منظومه‌ی شمسی

چایگاه کوچک ما در این جهان بزرگ تحت تأثیر وجود ستاره‌ای کوچک به نام خورشید قرار دارد، این ستاره، با نیروی گرانشی خود توانسته است خانواده‌ی بزرگی را گرد خود نگه دارد که شامل سیارات، قمرها، سیارک‌ها، دنباله دارها و اجرام کوچکتری است که این مجموعه، در فضا در حال جابه‌جایی است. تأثیر وجود خورشید، یعنی نور، گرما، گرانش و ذراتی که به اطراف می‌فرستد، از محدوده‌ی منظومه هم می‌گذرد و تا حدود فاصله‌ی نزدیکترین ستاره، یعنی قنطورس نزدیک نیز می‌رسد.

پیدایش منظومه‌ی شمسی

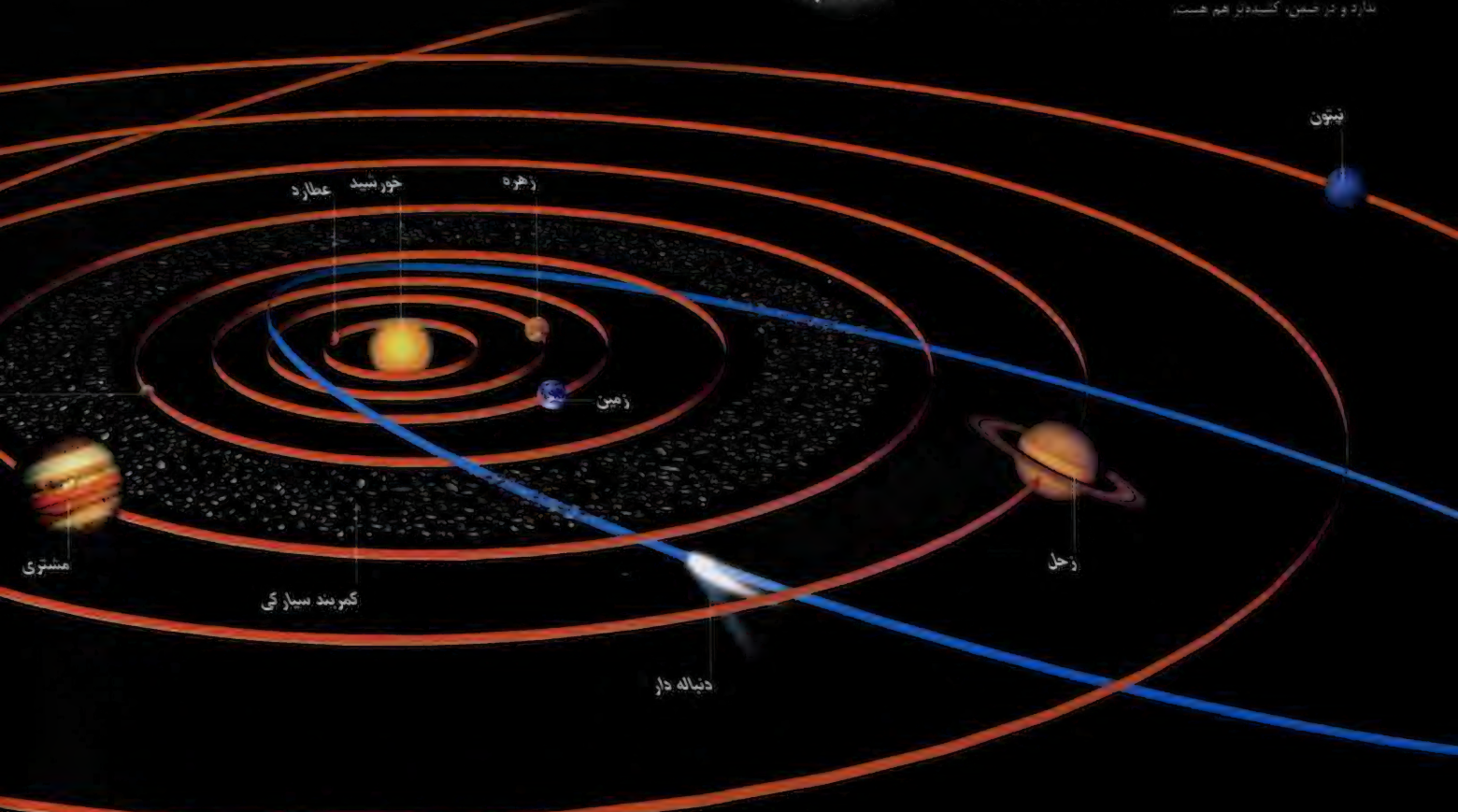
منظومه‌ی شمسی حدود ۵ میلیارد سال سن دارد و در ابتدا از ابر بزرگی که از جنس گاز و غبار بود، پدید آمد. ذرات این ابر، تحت تأثیر نیروی گرانش به هم چسبیدند و خورشید و بخش‌های دیگر آن را حاصل آوردند که آن هم بعدها سیارات را به وجود آورد.



مدارهای منظومه‌ی شمسی

سیارات، هر کدام در مدار ویژه‌ی خود به دور خورشید می‌گردند، این مدارها یکی‌اند، در این تصویر، قسمتی از مدارها را می‌بینید که البته طبق مقیاس واقعی ترسیم شده‌اند. همه‌ی سیارات به جز پلوتو، دور مدارهایی کروی می‌کنند که در امتداد یک سطح واقعند، اما مدار پلوتو، اندکی مورب است. در ضمن، همه‌ی سیارات در جهت خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت حرکت می‌کنند اما مدار حرکت دنباله دارها به دور خورشید، نظم معینی ندارد و در ضمن، گسسته‌تر هم هست.

منظومه‌ی
شمسی
solar
system





▲ مقایسه‌ی سیارات

سیارات از لحاظ حجم با هم بسیار متفاوتند. قطر زمین که از جمله سیارات کوچک به حساب می‌آید، ۱۲۷۵۶ کیلومتر است، بیشتر از ۱۲۰۰ سیاره به اندازه‌ی زمین در مسیری. یعنی بزرگترین سیاره جای می‌گیرد اما خورشید بیشتر از ۹۹/۹ درصد منظومه‌ی شمسی را دارد. سیارات در گردش به دور خورشید به حالت قائم نسبت به مدار خود قرار می‌گیرند و همچون چرخ می‌چرخند. اینها با سطح مدار زاویه می‌سازد که این زاویه‌ی انحراف برای سیارات مختلف متفاوت است.

سیارات

نه سیاره در مدارهای خود به دور خورشید می‌گردند. چهار سیاره‌ی درونی، از جنس سنگ و فلزند، اما سیارات بیرونی توده‌هایی از مایع و گازند (به جز پلوتو که از یخ و سنگ ساخته شده است). مدت زمانی که طول می‌کشد تا یک سیاره به دور خورشید بگردد، سال آن، و مدت چرخش به دور خودش، روز آن است.

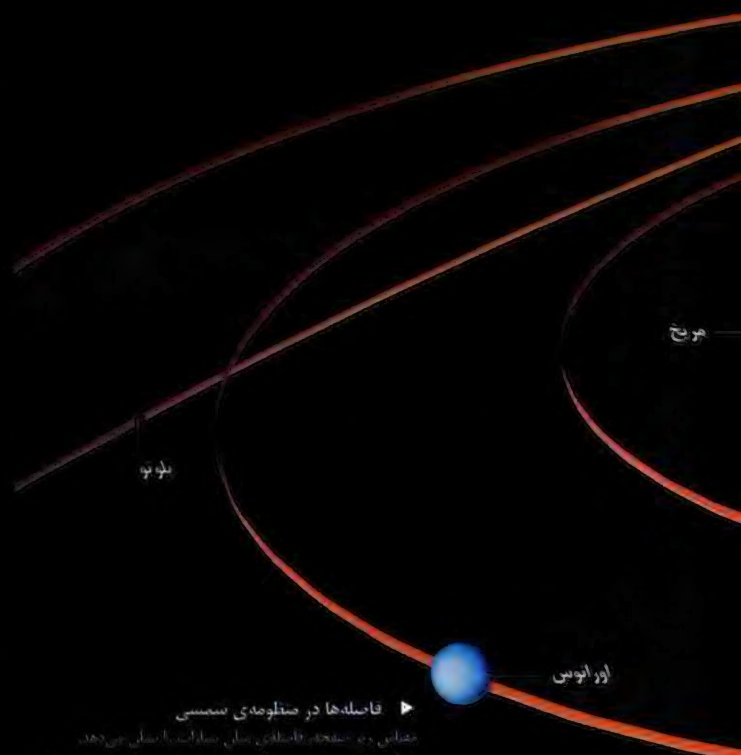
قمرها

در منظومه‌ی شمسی حدود ۱۲۰ قمر می‌شناسیم. زمین یک قمر و مشتری ۶۳ قمر دارد که بیشتر آن‌ها بسیار کوچکند اما قمر بزرگ‌ترین آن‌ها به نام گانیمد، ۵۲۶۸ کیلومتر، یعنی از عطارد بزرگ‌تر است.



▲ ماه چگونه به وجود آمد؟

ماه، سیاره‌ی ماه نام دارد. زمین نسبت به تمام سیارات منظومه‌ی شمسی به اندازه‌ی مریخ در بخش عمده‌ی آن هم زمین حدود ۲ میلیارد سال قبل از آن به وجود آمده و احتمال این به وجود آمدن و فرورفتن ماهی جوانی از دو تکه بود که به هم برخورد کردند و پس از مدتی آن مواد به هم چسبیدند و ماه را ساختند (تئوری).



► فاصله‌ها در منظومه‌ی شمسی

مقاس به صفحه‌ی فضا برای سیارات با سالی می‌دهد. چهار سیاره‌ی درونی در فاصله‌ی تاریخ‌های زمین به یکدیگر نزدیک‌ترند. در سیاره‌ی زحل، نپتون و پلوتو و تا فاصله‌ی ۴ میلیارد کیلومتری به اندازه‌ی فاصله‌ی زمین به وجود دارند.



عطارد

عطارد نزدیک‌ترین سیاره به خورشید است و در روز، سطحی بسیار داغ دارد، اما چون اتمسفری برای نگهداری گرما ندارد، شب‌هایش بسیار سردند. عطارد سیاره‌ای سنگی است و حدود قطر زمین را دارد. سطح این سیاره پر از دهانه‌ی برخوردی (چاله‌های محل برخورد شهاب‌سنگ‌ها در زمان‌های دور) است و از این لحاظ تا حدی به قسمت‌هایی از سطح ماه شبیه است.



▶ سطح عطارد

عمق چاله‌های محل برخورد شهاب سنگ‌ها با سطح این سیاره زیاد نیست و قطر آن‌ها بین چند متر تا صدها کیلومتر متغیر است. فاصله‌ی این چاله‌ها را دشت‌هایی فراگرفته که پوشیده از گدازه‌اند، اما در فواصلی، برآمدگی‌هایی هم دارند.



▲ حوضچه‌ی کالوریس

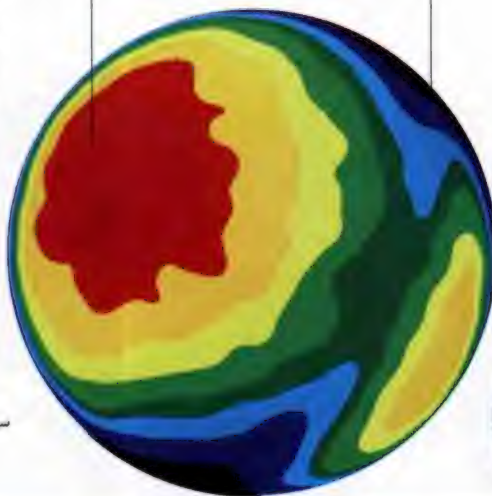
بزرگ‌ترین پدیده‌ی شناخته شده در سطح عطارد، حوضچه‌ی کالوریس است که قطری برابر ۱۳۰۰ کیلومتر دارد. این فرورفتگی زمانی پدید آمد که یک جسم فضایی به قطر ۱۰۰ کیلومتر با سطح این سیاره برخورد کرد. در این تصویر که سفینه‌ی مارینر ۱۰ آن را گرفته، نیمی از حوضچه در بالا دیده می‌شود که با کوه‌های حاصل از برخورد احاطه شده است.

▶ تفاوت دماها

در این نقشه‌ی گرمایی، رنگ قرمز بیشترین دما را در جایی نشان می‌دهد که رو به خورشید است، نواحی بنفش، سردترین نقاطند. دمای سطح عطارد از ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد در آفتاب، تا منهای ۱۸۰ درجه سانتیگراد در تاریکی تغییر می‌کند. چرخش آرام عطارد به دور خود سبب می‌شود که این سیاره ۱۷۶ روز و ۱۷۶ شب دارا باشد.

منطقه‌ی قرمز اطراف استوا بسیار گرم است

منطقه‌ی بنفش کمتر آفتاب دارد و سرد است



بزرگ‌ترین دهانه‌ی برخوردی با قطر ۶۴۰ کیلومتر

مناطق قطبی که همیشه دور از آفتابند

یکی از چند رشته کوه روی سیاره



▲ عبور عطارد

در روز ۷ مه ۲۰۰۳ توانستیم عطارد را در هنگام عبور از مقابل خورشید ببینیم. این اتفاق در هر ۱۰ سال فقط یک یا دو بار تکرار می‌شود. این تصویر از مجموعه‌ی عکس‌هایی که سفینه‌ی فضایی SOHO در فاصله‌های زمانی معین و در طول این عبور ۵ ساعت گرفته بود بازسازی شده است.



مقایسه‌ی حجم	داده‌های پایه	ساختمان داخلی
<p>زمین عطارد</p>	قطر در استوا	۴۸۸۰ کیلومتر
	میانگین فاصله از خورشید	۵۷/۹ میلیون کیلومتر
	گردش انتقالی	۸۸ روز
	گردش وضعی	۵۸/۷ ساعت
	جرم (زمین=۱)	۰/۰۶
	گرانش (زمین=۱)	۰/۳۸
	میانگین دمای سطحی	۱۶۷ c
	تعداد اقمار	صفر
		<p>پوسته‌ی نازک سنگ‌های سیلیکانی</p> <p>گوشته، سنگ‌های سیلیکانی</p> <p>هسته‌ی آهنی، به قطر ۲۶۰۰ کیلومتر</p>

زهره

زهره کمی از زمین کوچکتر و از سنگ تشکیل شده است و اتمسفر دارد، اما از جهات دیگر به زمین شبیه نیست. سطح زهره پوشیده از آتش فشان‌ها است. اتمسفر آن بسیار غلیظ است و دمای سطح این سیاره از دمای اجاق بیشتر است. طول سال زهره ۲۲۵ روز زمینی است، اما در ۲۴۳ روز فقط یک بار به دور خود می‌چرخد، یعنی، روز آن از سالش طولانی‌تر است

► نقشه‌برداری از سطح زهره

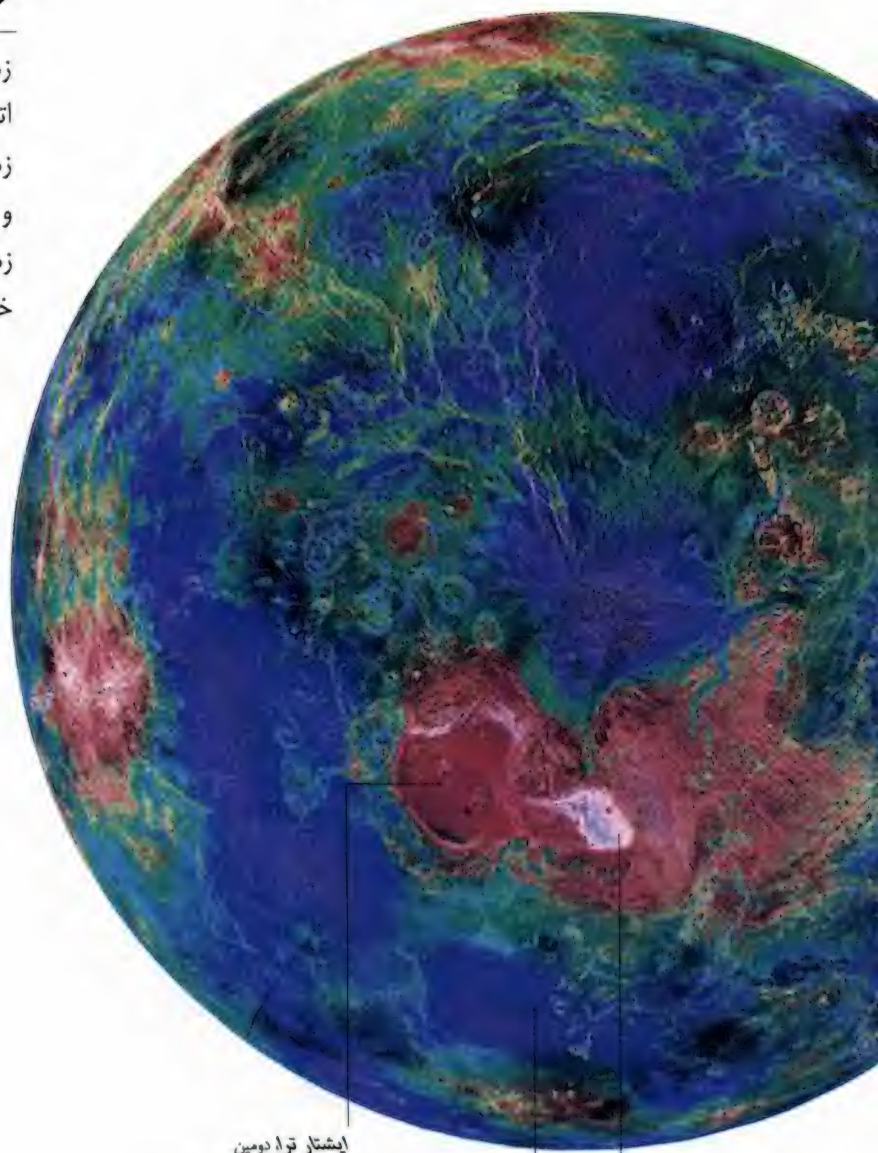
این تصویر بازسازی شده، حاصل تصویرهایی است که رادار شفته‌ی فضایی ماژلان ارسال داشته است و پدیده‌های روی نیمکره‌ی شمالی این سیاره را نشان می‌دهد. بخش‌های قرمز، محل‌های مرتفع و بخش‌های آبی، دشت‌ها و دره‌ها را نشان می‌دهند. حدود چهار پنجم سطح این سیاره با گدازه پوشیده شده است.

◀ اتمسفر ابری

اتمسفر زهره از اتمسفر زمین بسیار غلیظ‌تر است و بیشتر حجم آن را دی اکسید کربن تشکیل می‌دهد. فشار هوای زهره در مقایسه با فشار هوای زمین، یکصد برابر بیشتر است. جنس ابرهای انبوه اتمسفر زهره مجموعه‌ای از قطره‌های ریز اسید سولفوریک است. این اتمسفر، مانند اثر گلخانه‌ای عمل می‌کند و در نتیجه، دمای سطح این سیاره به ۴۷۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد.

▼ آتش فشان‌ها

قطر یکی از آتش فشان‌های بزرگ سطح زهره به نام ما آت مونس، برابر ۲۰۰ کیلومتر و ارتفاع آن ۹ کیلومتر است. این کوه در گذشته بارها فعالیت کرده و گدازه‌های زیادی را بر روی این سیاره فرو پاشیده است، اما امروزه احتمالاً فعالیتی ندارد.



ایشتر تو دومین
بلندی یا قاره‌ی وسیع زهره

سدنایلاتیتیا

یکی از دره‌های فراوان روی زهره

کوه‌های ماکسول
رشته کوهی به ارتفاع
۱۲ کیلومتر



مقایسه‌ی حجم	داده‌های پایه	ساختمان داخلی
 زمین زهره	قطر در استوا	۱۳۱۰۴ کیلومتر
	میانگین فاصله از خورشید	۱۰۸/۲ میلیون کیلومتر
	گردش انتقالی	۲۲۴/۷ روز
	گردش وضعی	۲۴۳ روز
	جرم (زمین=۱)	۰/۸۲
	کرانش (زمین=۱)	۰/۹
	میانگین دمای سطحی	۴۶۴ C
	تعداد اقمار	صفر
		هسته‌ی آهن نیکلی گوشته‌ی ضخیم سنگی پوسته‌ی نازک از سنگ‌های سیلیکاتی

زمین

سیاره‌ای که روی آن زندگی می‌کنیم، در منظومه‌ی شمسی نظیری ندارد، زیرا شرایط لازم برای زندگی در آن فراهم است. نه گرم است و نه سرد، آب زیادی دارد و اکسیژن کافی در اتمسفر آن موجود است. جنس زمین، در اصل سنگی است اما هسته‌ای از جنس آهن و نیکل دارد که قسمتی از آن مذاب است. وجود حرکات ویژه در مواد تشکیل دهنده‌ی هسته، میدان مغناطیسی این سیاره را پدید می‌آورد که دامنه‌ی آن تا دور دست در فضا نیز ادامه می‌یابد و مگنتوسفر نام دارد.

ساختمان داخلی



داده‌های پایه

قطر در استوا	۱۲۷۵۶ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۱۴۹/۶ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۳۶۵/۲۵ روز
گردش وضعی	۲۳/۹۳ ساعت
جرم (زمین=۱)	۱
گرانش (زمین=۱)	۱
میانگین دمای سطحی	-۷۰ °C تا +۵۵ °C
تعداد اقمار	۱ (ماه)

► شفق‌های قطبی

در مواقعی از سال، نورهای رنگین جالبی در آسمان آلاسکا ظاهر می‌شوند که آن‌ها را شفق قطبی می‌نامند. البته، در آسمان قطب جنوب نیز نظیر این پدیده اتفاق می‌افتد. شفق‌های قطبی زمانی پدید می‌آیند که ذرات باردار موجود در مگنتوسفر زمین تحت تأثیر توفان‌های خورشیدی قرار می‌گیرند. این ذرات به سمت قطب‌ها جاری می‌شوند و ضمن مخلوط شدن با هوا حالت درخشان می‌یابند.



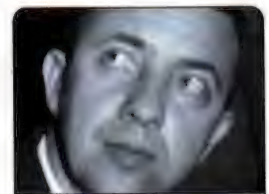
اتمسفر فعال

اقیانوس‌ها

۷۰ درصد سطح زمین را فراگرفته‌اند

◀ سیاره‌ی آبی

کره‌ی زمین از فضا، به رنگ اقیانوس‌ها، یعنی آبی دیده می‌شود. لایه‌ای سنگی، پوسته‌ی زمین را تشکیل داده است که بخش‌های مرتفع آن خشکی‌ها و بخش‌های فرورفته، اقیانوس‌ها را پدید آورده‌اند. لایه‌ای از گاز (اتمسفر) هم زمین را از هر طرف احاطه کرده که ترکیب اصلی آن نیتروژن و اکسیژن است و همواره در بخش‌هایی از اتمسفر، ابر تشکیل می‌شود.



جیمز ون آلن

آمریکایی، ۱۹۱۴-

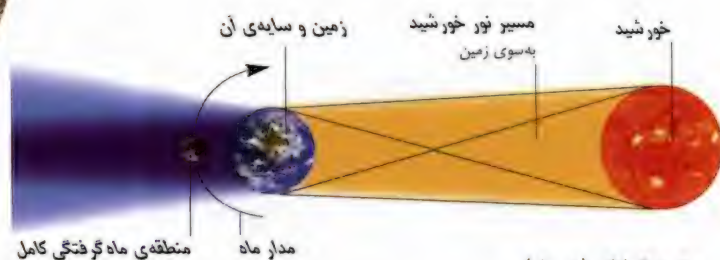
اولین اختر فیزیکدانی که در سال ۱۹۵۸ روی ماهواره‌ی اکسپلورر I کار می‌کرد. این ماهواره اطلاعاتی را درباره‌ی میدان مغناطیسی زمین جمع‌آوری کرد. ون آلن مناطقی را در اطراف زمین کشف کرد که تراکم ذرات باردار در آن‌ها زیاد بود. امروزه، این پدیده یا «کمربند» را به نام خود او، کمربندهای ون آلن می‌نامند.



قاره‌ی آمریکای جنوبی یکی از بزرگ‌ترین گستره‌ی خشکی زمین است



کره‌ی ماه تنها قمر طبیعی زمین است و ماهی یک بار به دور زمین می‌گردد. چهره‌ی این قمر ضمن گردش به دور زمین یکسان نمی‌ماند و آن را به شکل‌های مختلفی می‌بینیم. به مجموعه‌ی این شکل‌ها، **اهله‌ی قمر** گفته می‌شود. ماه نیز مانند زمین، سنگی است، اما قطری برابر یک چهارم قطر زمین دارد. نیروی گرانش ماه به علت کوچکی حجم، فقط یک ششم نیروی گرانشی زمین است. ماه اتمسفر ندارد.



▲ ماه گرفتگی (خسوف)

کره‌ی ماه سالی دو سه بار در سایه‌ی زمین قرار می‌گیرد. این پدیده در مواقعی اتفاق می‌افتد که خورشید، زمین و ماه در یک امتداد واقع می‌شوند. اما در ماه گرفتگی کامل، این کره کاملاً ناپدید نمی‌شود، بلکه به رنگ قرمز کم‌رنگ در می‌آید، زیرا قسمتی از پرتوهای خورشید، که توسط اتمسفر زمین شکسته می‌شوند، آن را روشن می‌کند.

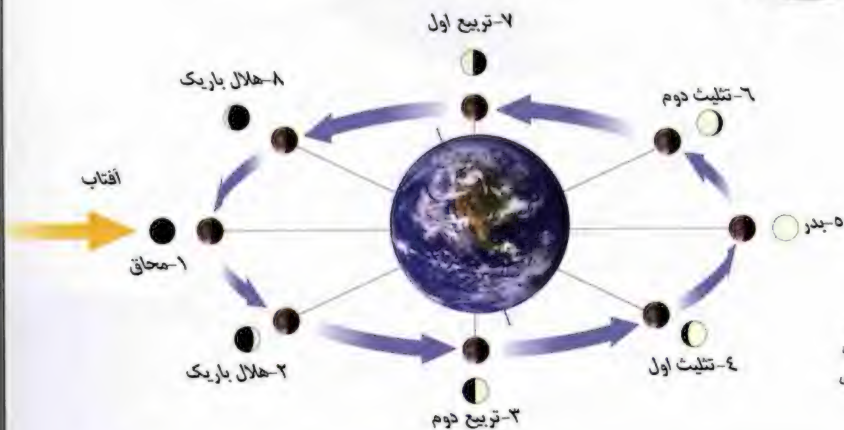


▲ سطح ماه

از روی زمین، فقط یک سمت ماه را می‌بینیم - سمت جلو. بخش‌های تیره رنگ تصویر، دشت‌های بزرگ پر از غبارند که ماریا (دریا) نامیده می‌شوند. قسمت‌های روشن، ارتفاعاتند. دهانه‌های برخوردی در آن‌ها زیاد است و صدها کیلومتر وسعت دارند. قسمت پشتی ماه، دهانه‌های بسیار زیادتری دارد.

اهله‌ی قمر

در طول یک ماه، این قمر مرتب شکل عوض می‌کند. علت این پدیده هم حرکت ماه به دور زمین است و ما فقط بخش روشن آن را می‌بینیم. ماه در هر ۲۹/۵۳ روز یک بار این حالت‌ها را از خود نشان می‌دهد.



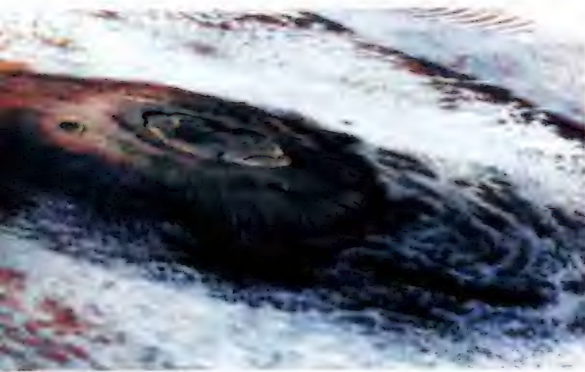
◀ چرخه‌ی ماه

زمانی که ماه مستقیماً بین زمین و خورشید قرار دارد، طرف رو به زمین آن تاریک است. به این حالت محاق می‌گویند. اما شب بعد، هلال باریکی از آن پدیدار می‌شود که به ماه نو معروف است. در شب‌های بعد، به ترتیب سطح بیشتری از ماه پیدا می‌شود تا این که در شب چهاردهم، قرص کامل آن، یا حالت بدر، را می‌بینیم. اما از آن شب به بعد دوباره در شب‌های متوالی از قسمت روشن ماه کاسته می‌شود تا مجدداً به حالت محاق برسد.

مقایسه‌ی حجم	داده‌های پایه	ساختمان داخلی
	قطر در استوا ۳۴۷۶ کیلومتر	هسته‌ی داخلی از آهن جامد
	میانگین فاصله از خورشید ۳۸۴/۴۰۰ کیلومتر	هسته‌ی خارجی از آهن نیمه‌جامد
	گردش انتقالی ۲۷/۳۲ روز	گوشته‌ی قطور سنگی
	گردش وضعی ۲۷/۳۲ روز	پوسته‌ی سنگی نازک
	جرم (زمین=۱) ۰/۰۱	
	گرانش (زمین=۱) ۰/۱۷	
	میانگین دمای سطحی ۲۰- c	
	مدت یک چرخه‌ی کامل ۲۹/۳ روز	

مریخ

مریخ، چهارمین سیاره از خورشید و نزدیکترین همسایه‌ی زمین است. مریخ اتمسفری رقیق (بیشتر از جنس دی اکسید کربن) و کلاهک‌های یخی در قطب‌ها دارد. وجود کانال‌های زیاد در سطح مریخ نشان می‌دهد که شاید در گذشته، آب در سطح این سیاره جریان داشته که امروزه منجمد شده است. بعضی از اخترشناسان معتقدند که مریخ در گذشته گرم‌تر بوده و شاید آثاری از حیات را نیز داشته است.



▲ **اولیمپوس مونس (کوه‌های اولیمپوس)**
 ابرهایی در اطراف قله‌ی بزرگترین کوه آتشفشانی مریخ، یا کوه اولیمپوس، را گرفته‌اند. قطر این کوه در پایه، ۶۰۰ کیلومتر و ارتفاع آن ۲۵ کیلومتر است؛ در این صورت، بزرگترین آتش‌فشان در منظومه‌ی شمسی محسوب می‌شود. این کوه نزدیک استوای مریخ واقع است و سه آتش‌فشان بزرگ دیگر نیز در کنارش وجود دارند.

▼ سطح مریخ

سطح مریخ را ماده‌ای ماسه‌مانند و قرمز رنگ پوشانده، که سنگ‌های بزرگ و کوچکی هم به صورت پراکنده بر روی آن وجود دارند. سفینه‌ی فضایی پتافایندر که در سال ۱۹۹۷ بر سطح مریخ نشست، این تصویر را ارسال کرده است. بعضی از اخترشناسان معتقدند در گذشته این‌جا دشت سیلابی بوده است، دو تپه‌ای که در افق می‌بینید کوه‌های دوقلو خوانده می‌شوند.

والس مارینوس

دره‌ای به عمق ۸ و درازای ۴۵۰۰ کیلومتر

▶ سیاره‌ی سرخ

سطح مریخ به علت دارا بودن اکسید آهن قرافان در سنگ‌ها و غبارهای خود، قرمز به نظر می‌رسد. از درون اتمسفر رقیق این کره دره‌ی بزرگ والس مارینوس را می‌توان دید. بر روی مریخ، بیابان‌های پر از ماسه، دهانه‌های برخوردی وسیع، کانال‌ها و آتش‌فشان‌هایی هم وجود دارد.



فوبوس

دیموس

◀ قمرهای مریخ

اخترشناسان عقیده دارند که دو قمر کوچک مریخ، در اصل، سیارک‌هایی بودند که مدت‌ها قبل، این کره با نیروی گرانش خود آن‌ها را به دام انداخته است. قمر بزرگ‌تر، یا فوبوس، توده‌ای با شکل غیرهندسی به قطر ۲۶ کیلومتر است و قمر دوم، یا دیموس، ۱۶ کیلومتر قطر دارد. سطح هر دو قمر پر از دهانه‌های برخوردی است و به نظر می‌رسد از سنگ‌های سرشار از کربن تشکیل شده باشند.

مقایسه‌ی حجم	داده‌های پایه	ساختمان داخلی
 زمین مریخ	قطر در استوا ۶۷۹۴ کیلومتر	 هسته احتمالی آهنی و جامد است گوشته، سنگ‌های سیلیکاتی پوسته سنگی و نازک اتمسفر رقیق بیشتر از دی‌اکسید کربن
	میانگین فاصله از خورشید ۲۲۷/۹ میلیون کیلومتر	
	گردش انتقالی ۶۸۶ روز	
	گردش وضعی ۲۴/۶۳ ساعت	
	جرم (زمین=۱) ۰/۱۱	
	گرانش (زمین=۱) ۰/۳۸	
	میانگین دمای سطحی ۶۳-°C	
	تعداد اقمار ۲ (فوبوس و دیموس)	

مشتری

مشتری، بزرگ‌ترین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی است. قطری ۱۱ برابر قطر زمین و جرمی ۲/۵ برابر مجموع جرم بقیه‌ی سیاره‌ها دارد. مشتری، سطح جامدی ندارد. در زیر ابرهای سوزان آن، هیدروژن داغ و مایع و سپس لایه‌ای از هیدروژن شبیه فلز مایع و بالاخره، هسته‌ای سنگی در وسط دارد. مشتری، در بخش استوایی خود حلقه‌ی رقیقی دارد که از جنس غبارهای بسیار نرم است.

▲ اتمسفر مشتری

در اتمسفر مشتری نوارهای تیره و روشن متناوبی موجود است. نوارهای تیره را کمربند و نوارهای روشن را منطقه می‌نامند. رنگ‌های مختلف تصویر وجود ترکیبات شیمیایی مختلف از قبیل گوگرد، آمونیاک و ترکیبات فلزی را نشان می‌دهند.



آیو



اروپا



گانیمد



کالیستو

▲ قمرهای گالیله‌ای

گالیله، اخترشناس ایتالیایی، در سال ۱۶۰۹ برای نخستین بار چهار قمر بزرگ‌تر مشتری به نام‌های آیو، اروپا، گانیمد و کالیستو را رصد کرد. گانیمد، که از بقیه اقمار بزرگ‌تر است با ۵۲۴۸ کیلومتر قطر، بزرگ‌ترین قمر منظومه‌ی شمسی به شمار می‌آید.

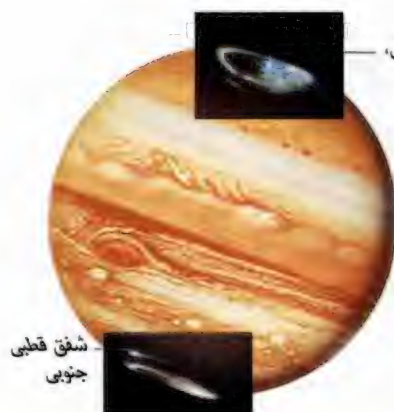
◀ لکه‌ی قرمز بزرگ

اخترشناسان به مدت ۳ قرن لکه‌ی بزرگی را روی مشتری می‌دیدند، اما در قرن گذشته بود که سئینه‌های فضایی آن را نشان وجود گرد و بادهایی اعلام کردند که در درونش بادهایی بسیار شدید، خلاف جهت حرکت عقربه‌های ساعت در جریانند. قطر این لکه، حدود ۴۰ هزار کیلومتر است.

▶ نورهای مشتری

در بالای قطب‌های سیاره‌ی مشتری هم مانند زمین شفق‌های قطبی وجود دارد، اما در این سیاره، جلوه‌ی نورها بسیار مشخص‌تر است و به عبارت دیگر، ۱۰ هزار برابر شدیدتر از نور شفق‌های قطبی زمین هستند؛ طوری که حتی سیاره‌ی مشتری را هم روشن می‌کنند.

شفق قطبی شمالی،
زیر نور فرابنفش



شفق قطبی
جنوبی

ساختمان داخلی	داده‌های پایه	مقایسه‌ی حجم
اتمسفر، بیشتر از هیدروژن و هلیوم	قطر در استوا ۱۴۲۹۸۴ کیلومتر	زمین
هیدروژن مایع	میانگین فاصله از خورشید ۷۷۸/۴ میلیون کیلومتر	
هیدروژن فلزی (هیدروژن به شکل فلز مایع)	گردش انتقالی ۱۱/۸۷ سال	
هسته‌ی کوچک و احتمالاً سنگی	گردش وضعی ۹/۹۳ ساعت	
	جرم (زمین=۱) ۳۱۸	
	گرانش (زمین=۱) ۳/۳۶	
	میانگین دمای سطحی -۱۱۰ c	مشتری
	تعداد اقمار حداقل ۶۳	

زحل

زحل را بی تردید باید زیباترین سیاره دانست. این سیاره حلقه‌های متعددی را ضمن گردش ۳۰ ساله‌ی خود به دور خورشید از زوایای مختلف، به شکل‌های متفاوتی نشان می‌دهد. زحل هم، که بعد از مشتری بزرگ‌ترین سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی است، در اصل از گاز تشکیل شده و بسیار سبک است، طوری که اگر می‌توانست در آب انداخته شود بر روی آن می‌ماند. در اتمسفر قطور زحل هم مانند مشتری نوارهایی وجود دارد، که وضوح کمتری نسبت به نوارهای مشتری دارند.

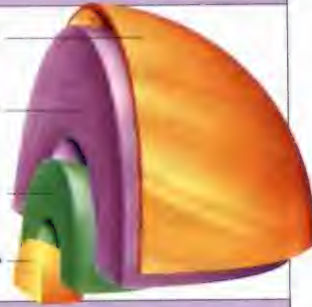
ساختمان داخلی

اتمسفر دارای هیدروژن و هلیوم

هیدروژن و هلیوم مایع

هیدروژن فلزی مایع

هسته‌ی احتمالاً سنگی و یخی



داده‌های پایه

قطر در استوا	۱۲۰۵۳۶ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۱/۴۲۷ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۲۹/۴۶ سال
گردش وضعی	۱۰/۶۶ ساعت
جرم (زمین=۱)	۹۵
کرانشی (زمین=۱)	-۰/۹۲
میانگین دمای سطحی	-۱۴۰ °C
تعداد اقمار	۳۰

مقایسه‌ی حجم

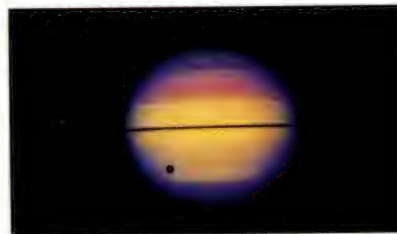
زمین



زحل

▼ حلقه‌های با شکوه

از زمین، سه حلقه A، B و C را در اطراف زحل می‌توان دید. این حلقه‌ها روی هم در مسافتی برابر با ۲۷۵ هزار کیلومتر گسترده‌اند. سقینه‌های فضایی حلقه‌های دیگری در درون حلقه‌ی C و بیرون از حلقه‌ی A یافته‌اند.



▲ حلقه‌ها از روبه‌رو

حلقه‌های زحل پهن، اما نازکند. در بعضی از جاها ضخامت آن‌ها ممکن است به یک کیلومتر هم برسد، اما در محل‌هایی حدود ۱۰ متر ضخامت دارند. به همین علت دیدن آن‌ها از مقابل مشکل است. در این عکس، قمر تیتان - یعنی بزرگ‌ترین قمر زحل - درست در بالای حلقه‌های (طرف چپ) دیده می‌شود که سایه‌اش روی سیاره افتاده است.

یک حلقه، با وقفه کوچکی که مرز آنکه نام دارد

▲ مواد سازنده‌ی حلقه‌ها

جنس حلقه‌های زحل از قطعات یخ و غباری است که با سرعت زیاد به دور آن می‌گردند. اندازه این قطعات از حدود دانه‌های ماسه تا قطعه سنگ‌های بزرگ است. کسی درباره‌ی منشأ این مواد چیزی نمی‌داند. آن‌ها ممکن است بقایای اقمار قدیمی یا بازمانده‌ی دنباله دارهایی باشند که زیاد به سیاره نزدیک شده‌اند.

مرز کاسینی با مقدار کمی ذره

حلقه‌ی B روشن‌ترین حلقه

حلقه‌ی C تقریباً شفاف



اورانوس

ویلیام هرشل، اخترشناس انگلیسی آلمانی تبار، سیاره‌ی اورانوس را در سال ۱۷۸۱ کشف کرد. اورانوس نخستین سیاره‌ای است که با چشم غیر مسلح به سختی دیده می‌شود. فاصله اش از خورشید دو برابر فاصله‌ی زحل تا خورشید است. اورانوس از این نظر با بقیه سیارات فرق دارد که دور محوری با زاویه‌ی انحراف ۹۸ درجه نسبت به سطح مدارش به دور خود می‌چرخد؛ یعنی به نظر می‌رسد که به پهلو می‌چرخد، شاید علتش آن باشد که این سیاره در زمان تشکیل با جسم فضایی دیگری برخورد کرده است.

حلقه‌های اورانوس

حلقه‌های اورانوس در سال ۱۹۷۷ کشف شدند. زمانی که این سیاره از جلوی ستاره‌ای عبور می‌کند، نور ستاره امکان دیده شدن حلقه‌ها را فراهم می‌آورد. سفینه‌ی فضایی وویجر ۲، از حلقه‌ها تصویربرداری کرد و تعداد آن‌ها را یازده عدد نشان داد. تصویر مقابل را تلسکوپ فضایی هابل با نور فرورسرخ از حلقه‌ها گرفته است.



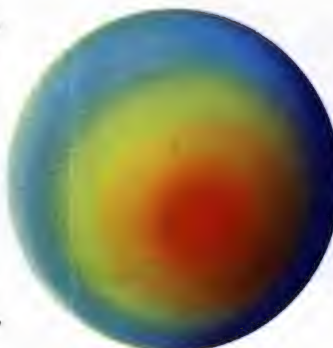
ویلیام هرشل

آلمانی، ۱۷۳۸-۱۸۲۲

هرشل در سال ۱۷۵۷ به انگلیس مهاجرت کرد و به کار موسیقی پرداخت، اما تلسکوپ‌های انمکاسی دقیقی هم می‌ساخت. در سال ۱۷۸۱ جسمی را در آسمان کشف کرد که در ابتدا تصور می‌کرد دنباله‌دار است. اما بعداً معلوم شد که سیاره‌ی جدیدی است و نامش را اورانوس نهادند. هرشل بعداً بزرگ‌ترین تلسکوپ جهان تا آن زمان را ساخت و با آن صدها سحابی را کشف کرد.

اتمسفر مطبوع

اورانوس، اتمسفری به رنگ آبی مایل به سبز دارد که در زیر نور معمولی، چیزی در آن به چشم نمی‌خورد. در اتمسفر این سیاره، نظیر نوارهای موجود در اتمسفر سیارات مشتری و زحل دیده نمی‌شود. در این تصویر بازسازی شده‌ی رایانه‌ای ارسالی توسط وویجر ۲، هاله‌ای قرمز رنگ و مه مانند در محل قطب جنوب سیاره دیده می‌شود.



حلقه‌های اطراف اورانوس

پنج قمر بزرگ

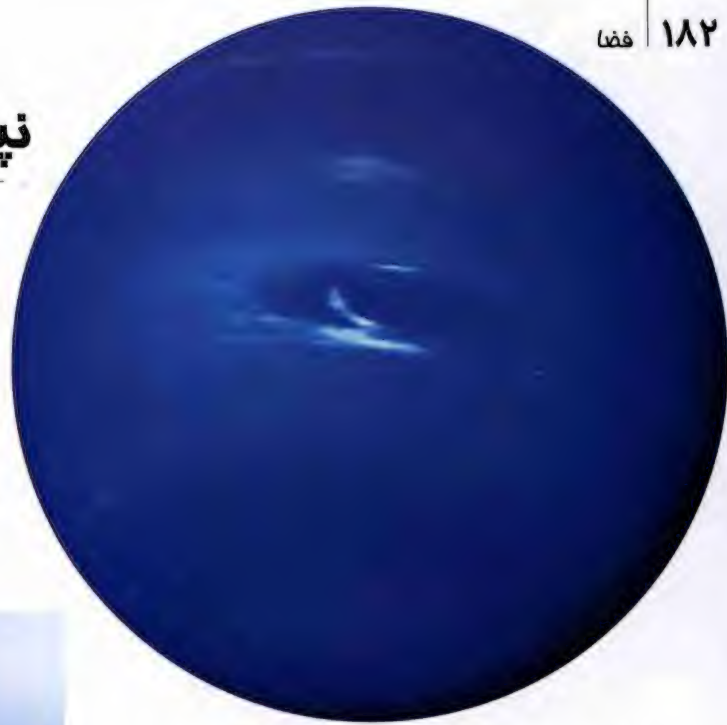
اورانوس در مجموع بیش از ۴۰ قمر دارد که فقط ۵ تای آنها نسبتاً بزرگند. از این ۵ قمر، تیتانیا که بزرگترین قمر است، ۱۵۷۸ کیلومتر قطر دارد و قطر قمر میراندا (کوچکترین) برابر ۴۷۰ کیلومتر است. بقیه اقمار، شامل سیارک‌هایی هستند که تحت تأثیر نیروی گرانش اورانوس در اطراف آن مانده‌اند.



مقایسه‌ی حجم	داده‌های پایه	ساختمان داخلی
<p>زمین</p> <p>اورانوس</p>	قطر در استوا	اتمسفر غلیظ هیدروژن، هلیوم و کمی متان
	میانگین فاصله از خورشید	گوشته‌ی مایع آب و یخ آمونیاک و متان
	گردش انتقالی	هسته‌ی احتمالاً سنگی
	گردش وضعی	
	جرم (زمین=۱)	
	گرانش (زمین=۱)	
	میانگین دمای سطحی	
	تعداد اقمار	

نپتون

نپتون، از لحاظ اندازه و رنگ مشابه اورانوس است. نپتون در فاصله‌ی ۱/۶ میلیارد کیلومتری به دور خورشید می‌گردد. این سیاره را نخستین بار یک اخترشناس آلمانی به نام یوهان گال در سال ۱۸۴۶ کشف کرد؛ وی قبلاً با محاسبات ریاضی حدس زده بود که چنین سیاره‌ای باید وجود داشته باشد. وضعیت اتمسفری نپتون در مقایسه، از اورانوس بدتر است؛ که علت هم باید مربوط به گرمای درونیش باشد. بادهایی با سرعت ۲ هزار کیلومتر در ساعت بر روی این سیاره می‌وزند که نظیر آن‌ها در سایر سیارات وجود ندارد.



▲ سیاره‌ی آبی رنگ

سپینه‌ی فضایی وویجر ۲ در تصویری که از نپتون فرستاد، ابرهایی را در اطراف یک مرکز فوقانی به نام لکه‌ی بزرگ تاریک نشان می‌دهد. رنگ آبی تیره‌ی اتمسفر نپتون به علت فراوانی گاز متان در آن است. متان همچنین در بعضی نقاط در ارتفاعات بالای اتمسفر هم انباشته می‌شود و ابرهایی را تشکیل می‌دهد که به ابرهای سیروس اتمسفر زمین می‌مانند.



▲ حلقه‌های نپتون

نپتون هم مانند اورانوس در منطقه‌ی استوایی خود حلقه‌های نسبتاً مشخصی از جنس ذرات غبار دارد. تعداد حلقه‌ها ۴ عدد (دو حلقه‌ی پهن و کم‌رنگ و دو حلقه‌ی باریک و روشن) است. این حلقه‌ها را به نام جان آدامز و اوربان له وریه (ریاضیدانانی که محل وجود سیاره را محاسبه کرده بودند) نامیده‌اند.



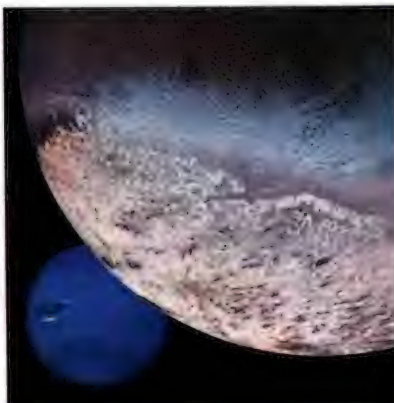
► تغییرات جوی

نپتون در مقایسه با اورانوس، اتمسفر فعالی دارد که دایم در تغییر است. این دو تصویر که توسط تلسکوپ فضایی هابل تهیه شده‌اند، تغییرات جوی را در طول ۶ سال نشان می‌دهند. در سال ۲۰۰۲ در مقایسه با سال ۱۹۸۶، تغییرات جوی شدیدتر بود.



◀ فواره‌های تریتون

این تصویر وویجر ۲، تریتون بزرگ‌ترین قمر نپتون را نشان می‌دهد. این قمر ۲۷۱۰ کیلومتر قطر دارد و با دمای ۲۳۵- درجه، سردترین نقطه‌ی منظومه‌ی شمسی است. روی تریتون را نیتروژن و متان جامد پوشانده است. توده‌های صورتی رنگ و برف مانند هم در محل قطب آن پیداست. فوران‌های غباری متعددی هم بر روی این قمر دیده می‌شود. اخترشناسان، شباهت زیادی میان تریتون و سیاره‌ی پلوتو می‌بینند.



ساختمان داخلی

اتمسفر،
هیدروژن، هلیوم و کمی متان

گوشته‌ی مایع،
از آب و یخ، آمونیاک و متان

هسته‌ی احتمالاً جامد و سنگی

داده‌های پایه

قطر در استوا	۴۹۵۳۲ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۴۴۹۸ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۱۶۴/۸ سال
گردش وضعی	۱۶/۱۱ ساعت
جرم (زمین=۱)	۱۷/۲
گرانش (زمین=۱)	۱/۱۳
میانگین دمای سطحی	۲۰۰ c° -
تعداد اقمار	۱۳

مقایسه‌ی حجم



پلوتو

پلوتو، کوچکترین سیاره‌ی منظومه شمسی، حتی از کره‌ی ماه هم کوچک‌تر است. این سیاره را کلاید تومیا در سال ۱۹۳۰ کشف کرد. پلوتو معمولاً دورترین سیاره به خورشید است، اما در مدت ۲۰ سال گردش مداری خود، به درون مدار نپتون هم می‌آید. این سیاره یک قمر به نام شارون دارد که نصف خود سیاره است. این دو جسم فضایی از جنس سنگ و یخ‌اند. البته در سال‌های اخیر، تعدادی از اخترشناسان پلوتو را یک سیاره به حساب نمی‌آورند.

دنیای یخ‌زده

پلوتو تنها سیاره‌ای است که هنوز سفینه‌ای به آن نزدیک نشده است؛ پس، عکسی هم از وضعیت سطح آن وجود ندارد. این تصویر هم حاصل تخیل یک هنرمند است. بعضی اخترشناسان پلوتو را مشابه تریتون، بزرگترین قمر نپتون می‌دانند.

پلوتو گاهی وارد مدار نپتون می‌شود



▲ مدار پلوتو

مدار غیرطبیعی پلوتو با مدار سیارات دیگر از لحاظ جهت در فضا و میزان کشیدگی، هماهنگی ندارد. مدار سایر سیارات با یکدیگر تقریباً هم سطح هستند.



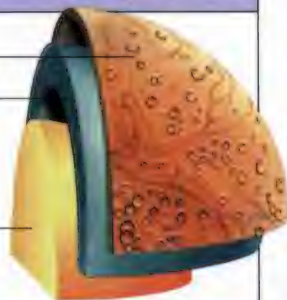
کلاید تومیا

آمریکایی، ۱۹۰۶-۱۹۹۷
تومیا در سال ۱۹۲۹ همکاری خود با رصدخانه لادل در آریزونا را شروع کرد و در آنجا عکس‌هایی را به طور مرتب و هر چند شب یک بار از یک ناحیه‌ی معین از آسمان می‌گرفت تا ببیند آیا حرکتی در آنجا صورت گرفته است یا نه. وی با همین روش در ۱۸ فوریه ۱۹۳۰ وجود پلوتو را کشف کرد.

هنگام عبور پلوتو در نزدیک‌ترین فاصله با خورشید اتمسفر رقیقی آن را احاطه می‌کند که با دور شدن از خورشید این اتمسفر منجمد می‌شود

ساختمان داخلی

یوستی گازهای منجمد شده داخلی
گوشته‌ی آب و یخ
هسته‌ی بزرگ سنگی



داده‌های پایه

قطر در استوا	۲۲۷۴ کیلومتر
میانگین فاصله از خورشید	۵۹۰۰ میلیون کیلومتر
گردش انتقالی	۲۴۷/۷ سال
گردش وضعی	۶/۳۹ روز
جرم (زمین=۱)	۰/۰۰۲
گرانش (زمین=۱)	۰/۰۶۷
میانگین دمای سطحی	۲۲۳ °C
تعداد اقمار	۱

مقایسه‌ی حجم



▲ پلوتو و شارون

در این تصویر خیالی که از سطح پلوتو تهیه شده، خورشید کوچکی در بالای افق پیداست و قمر شارون هم به صورت هلال در آسمان دیده می‌شود. شارون، تنها قمر پلوتو است و در مدت ۶ روز (یعنی مدت حرکت وضعی سیاره) آن را دور می‌زند، بنابراین، همیشه در یک جای آسمان دیده می‌شود. فاصله‌ی این قمر از پلوتو، فقط ۲۰ هزار کیلومتر است.



سیارک‌ها

در فاصله‌ی مدارهای مریخ و مشتری، میلیاردها جسم ریز و درشت به نام سیارک وجود دارند که خورشید را دور می‌زنند. نواری که از این سیارک‌ها تشکیل شده است، ۱۸۰ میلیون کیلومتر قطر دارد و به نام کمربند سیارکی موسوم است. بسیاری از **شهاب‌سنگ‌هایی** هم که زمین را از فضا بمباران می‌کنند، جزو همان سیارک‌ها هستند. دورتر از سیاره‌ی نپتون هم ناحیه‌ای با اجرام کوچک وجود دارد که **کمر بند کوئپپر** نامیده می‌شود.

► سیارک آیدا

سیارک شماره ۲۴۳ به نام آیدا، توده‌ای کشیده و سنگی به درازی ۵۶ کیلومتر است. سفینه‌ی فضایی گالیله در سال ۱۹۹۳ از این سیارک عکس گرفت. جالب آن که قطر کوچکی به قطر ۱/۶ کیلومتر هم این سیارک را دور می‌زد. آیدا باید کاملاً سنگی باشد، اما سیارک‌های فلزی یا مخلوط فلز و سنگ هم وجود دارند.



► سیارک‌های نزدیک به زمین

جایگاه بیشتر سیارک‌ها در محل کمربند سیارکی است، اما در بیرون از آن و در نزدیکی زحل یا زمین هم سیارک‌هایی دیده می‌شوند که البته خطر برخورد آن‌ها با زمین، بسیار اندک است. سیارک موسوم به اروس (سمت راست) در فاصله ۲۲ میلیون کیلومتری زمین قرار دارد.



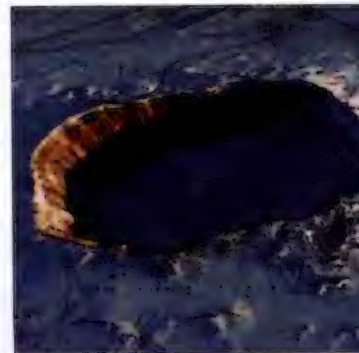
دهانه‌های برخوردی و ترک‌ها در سطح ناصاف آیدا

شهاب‌سنگ‌ها

همواره اجرام آسمانی کوچک و بزرگی به نام شهاب‌سنگ بر زمین می‌بارند و بعضی هم بر سطح زمین می‌افتند. جنس بیشتر این اجرام، سنگ است، اما انواع آهنی هم در بین آن‌ها یافت می‌شود. بیشتر شهاب‌سنگ‌ها کوچکند، اما انواعی به قطر چند صد متر هم در میانشان دیده شده است.

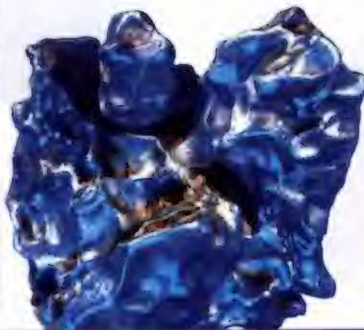
► دهانه‌ی برخوردی پوشیده از برف

حدود ۵۰ هزار سال پیش، یک شهاب‌سنگ ۴۶ متری از نوع آهن در ایالت آریزونا، آمریکا افتاد و این گودال را به وجود آورد. عرض این فرو رفتگی ۱۲۶۵ متر و عمق آن ۱۷۵ متر است. اگر امروزه شهاب سنگی با همین ابعاد به روی شهری بیفتد، خسارت‌های سنگینی را به بار خواهد آورد.



شهاب‌سنگ سیخوته -الین

این قطعه، یکی از صدها شهاب‌سنگی است که در سال ۱۹۴۷ در سبیری فرود آمد. این قطعه، قسمتی از یک شهاب‌سنگ آهنی به وزن ۳۰۰ تن بود که قبل از رسیدن به زمین، در اتمسفر خرد شد.



کمر بند کوئپپر

از محل مدار نپتون تا ماورای پلوتو، ناحیه‌ای به نام کمربند کوئپپر وجود دارد که در آن اشیای یخ‌زده‌ی کوچکی خورشید را دور می‌زنند. حتی دورتر از آن و در حاشیه‌های منظومه‌ی شمسی هم مجموعه‌ای از دنباله‌دارها وجود دارند که ابر اورت (Oort) را تشکیل داده‌اند. مواد موجود در این دو ناحیه باید بازمانده‌های آنچه باشد که در ۴/۶ میلیارد سال قبل منظومه‌ی شمسی را پدید آورد.



▲ اشیای کمربند کوئپپر

از سال ۱۹۹۲ به این طرف، صدها جسم متعلق به کمربند کوئپپر که هر کدام چند صد کیلومتر قطر دارند، کشف شده‌اند. البته تعداد کلی این اشیاء را حدود ده‌ها هزار تخمین می‌زنند. به نظر می‌رسد این قطعات، یخی و مشابه مواد سازنده‌ی دنباله‌دارها باشند. شاید هم برخی از دنباله‌دارهای عمر کوتاه از کمربند کوئپپر منشأ می‌گیرند. اخترشناسان عقیده دارند که پلوتو و قمر آن شارون هم در واقع جزو همین اشیای کوئپپر باشند که بعدها تحت تأثیر نیروی گرانشی نپتون در مدارهای خود مانده‌اند.

دنباله دارها

گاهی توده‌های یخی باقی مانده از تولد منظومه‌ی شمسی وارد آسمان زمین می‌شوند که می‌توانیم آن‌ها را ببینیم. این توده‌ها با همه‌ی کوچکی، ابرهای وسیعی از جنس گاز و غبار را در زمان نزدیک شدن به خورشید و گرم شدن تولید می‌کنند. این ابرها یک سر روشن و یک دنباله دارند که طولش ممکن است به میلیون‌ها کیلومتر برسد. زمانی که زمین از درون این قبیل غبارها می‌گذرد، شاهد رگبارهای شهابی می‌شویم.

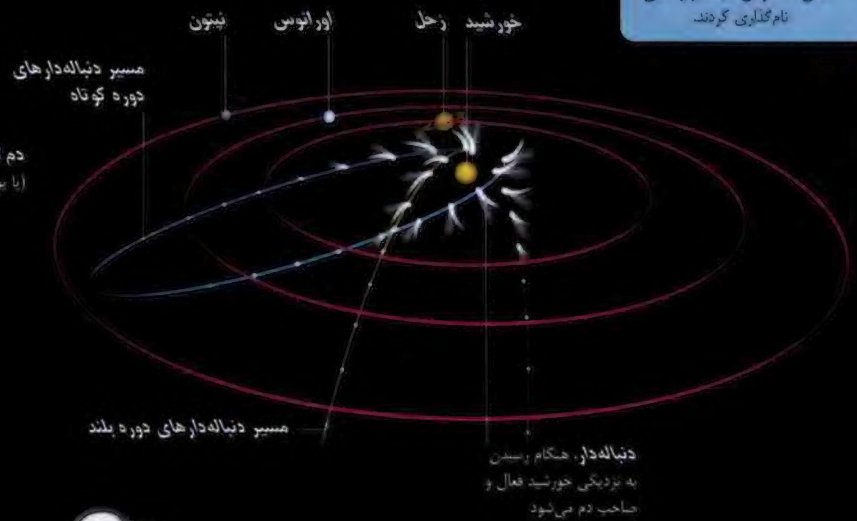


ادموند هالی

انگلیسی، ۱۶۵۶-۱۷۴۲
هالی، اخترشناس و ریاضیدان و دومین نفری بود که به لقب اخترشناسی سلطنتی مفتخر شد. شهرت او به این علت است که دریافت بعضی از دنباله دارها طبق نظم زمانی خاص به آسمان زمین نزدیک می‌شوند. او به درستی پیش‌بینی کرد دنباله داری که در سال ۱۶۸۲ در آسمان ظاهر شد، در سال ۱۷۵۸ دوباره دیده خواهد شد چنین اتفاقی افتاد و آن دنباله دار را هالی نام‌گذاری کردند.

دنباله دار هاله - پوپ

در بهار سال ۱۹۹۷، یکی از روشن‌ترین دنباله دارهای قرن بیستم به نام هاله - پوپ نا چندین هفته شهاب در آسمان مشاهده می‌شد، قسمت سر آن ۳۰ تا ۴۰ کیلومتر قطر داشت. ایجاد دم دراز حاصل تأثیر افتاب و پادهای خورشیدی بود.



دنباله دار
comets

▲ مدارهای دنباله دارها

دنباله دارها از هر جهتی ممکن است به خورشید نزدیک شوند؛ ولی مدار همه آن‌ها پهنی کشیده است. دنباله دارها در طول چند سال تا چند هزار سال دور خورشید می‌گردند. منشاء بعضی از آن‌ها، قطعات یخ موجود در کمربند کوئپر حی دورتر، یعنی ابرهای لورث، است. دنباله دارها فقط زمانی قابل مشاهده‌اند که به خورشید نزدیک شوند.

شهاب‌ها

در شب‌های صاف و تاریک می‌توانید باریکه‌هایی از نور را ببینید که در یک لحظه در آسمان پیدا و سپس ناپدید می‌شوند. به این پدیده‌ها، شهاب می‌گویند. شهاب‌ها قطعات سنگی کوچکی هستند که وارد اتمسفر زمین می‌شوند و از اصطکاک حاصل از برخورد آن‌ها با مولکول‌های هوا، گرما تولید می‌شود و شهاب‌ها می‌سوزند. در هر روز حدود ۲۰۰ تن شهاب وارد اتمسفر زمین می‌شود.

► رگبار شهاب

هنگامی که زمین با مدار یک دنباله دار برخورد کند، تعداد زیادی شهاب در فاصله‌ی یک ساعت پدید می‌آید. به این حالت رگبار شهابی گفته می‌شود. البته، چنین پدیده‌هایی جهت‌دار هستند که آن هم بستگی به مسیر حرکت دنباله دار و محل برخورد آن با مدار زمین است. برای مثال منشاء رگبار شهابی لئونید، در اواسط ماه نوامبر (اواخر ایان ماه) احتمالاً از صورت فلکی لئو است. این رگبار شهابی هرگاه زمین از میان غبار دنباله دار نمیل بول عبور می‌کند اتفاق می‌افتد. حدود هر ۳۰ سال یا بیشتر، نمایی بی‌نظیری را مانند تصویر سمت راست نشان می‌دهد که تعداد شهاب در هر ساعت، به هزاران عدد می‌رسد.



دم غبار که نور سفید خورشید را منعکس می‌کند

کلاه سب نواری دنباله دار که هسته‌ی کوچک را در خود دارد

اخترشناسی

مطالعه‌ی علمی ستاره‌ها و اجرام آسمانی را اخترشناسی (نجوم) می‌گویند. اخترشناسان با تلسکوپ به مشاهده‌ی جهان پرفناور می‌پردازند. این دستگاه با جمع‌آوری نور اشیای دوردست، آن‌ها را قابل دیدن می‌کند. اقسامی از تلسکوپ‌ها هم وجود دارند که می‌توانند تابش‌های غیرقابل دیدن را آشکار کنند. رادیو تلسکوپ‌های نصب‌شده بر روی زمین امواج رادیویی را می‌گیرند. تلسکوپ‌های مستقر در فضا هم به مطالعه‌ی تابش‌هایی می‌پردازند که از اتمسفر زمین نمی‌گذرند.

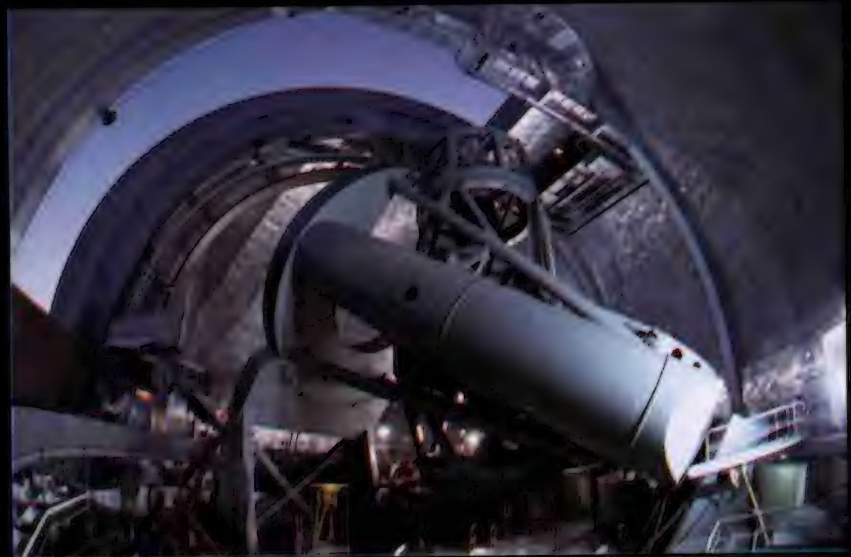


▲ اخترشناسان قدیم

از حدود ۵ هزار سال پیش، کسانی به مشاهده‌ی آسمان پرداختند. این نقاشی هندی، متعلق به قرن هفدهم، مردی را با ابزارهای ستاره‌شناسی نشان می‌دهد. در آن زمان مردم عقیده داشتند که اجرام آسمانی روی سرنوشت آدمیان تأثیر دارند. در کنار او یک اسطرلاب برای مشاهده‌ی ستاره‌ها، جدول‌هایی درباره‌ی منطقه البروج (زودیاک) که محل عبورهای فلکی را نشان می‌دهند و یک ساعت آفتابی دیده می‌شود.

► تلسکوپ‌های بزرگ

تلسکوپ هاله واقع در رصدخانه پالومار کالیفرنیا، در سال ۱۹۴۸ به کار افتاده نخستین تلسکوپ بزرگ بود. در این تلسکوپ، آینه‌ای به قطر ۵۰۸ سانتیمتر جمع‌آوری نور ستاره‌ها نصب شده است. تلسکوپ‌ها دو نوع انعکاسی (آینه‌دار) و انکساری (عدسی‌دار) هستند. تلسکوپ‌های قوی از نوع انعکاسی‌اند.



e
اخترشناسی
astronomy



گالیله

ایتالیایی، ۱۵۶۴-۱۶۴۲

گالیله، فیزیکدان، ریاضیدان و اخترشناس بود. او در سال ۱۶۰۹ تلسکوپی ساخت و نخستین فردی شد که توانست با ابزار به آسمان نگاه کند. گالیله کوه‌های سطح ماه، لکه‌های خورشید، حلقه‌های زهره و چهار قمر بزرگ مشتری را با تلسکوپ خود دید. گالیله در اواخر عمر طرفدار نظریه‌ی خورشید مرکزی کوپرنیک شد و گفت زمین و سیارات دیگر به‌دور خورشید می‌گردند. او به علت رد نظریه‌ی زمین مرکزی بطلمیوس، خشم مقامات کلیسای کاتولیک را برانگیخت.

► اخترشناسی رادیویی

این اخترشناسی در اواخر کتبیل تلسکوپ ۱۰۰ متری واقع در آلمان کار می‌کند. اکتشافات زیادی از قبیل وجود کهکشان‌های فعال، بازمانده‌های سوپرنوواها، پالسرها، گازهای بین‌ستاره‌ای و حتی جمع‌آوری اطلاعاتی درباره‌ی انفجار بزرگ توسط همین نوع تلسکوپ‌ها صورت گرفته است.



رصدخانه‌ها

رصدخانه‌های نوری را بیشتر در بالای کوه‌ها می‌سازند که هوای رقیق‌تر، خشک‌تر و پاکیزه‌تر نسبت به مناطق پایین‌تر دارد. در این رصدخانه‌ها، نوری را که از ستاره‌ها و اجرام آسمانی می‌آید مطالعه می‌کنند. اما در آن‌ها، تلسکوپ‌های دیگری هم وجود دارد که امواج نامرئی مانند گاما، فروسرخ و امواج رادیویی را بررسی می‌کنند. رصدخانه‌هایی که در فضا قرار داده می‌شوند، برای جست‌وجوی این نوع امواج و همچنین پرتو ایکس و فرابنفش کاربرد دارند.

▲ رصدخانه‌ی موناکیا

محل این رصدخانه در هاوایی و روی قله‌ی یک آتشفشان خاموش است. در این رصدخانه، دو تلسکوپ بسیار پر قدرت نصب شده است، که به تلسکوپ‌های کک (Keck) معروفند و هر کدام آینه‌ای به قطر ۱۰ متر دارند - یک آینه به این قطر زیر وزن خود خم می‌شود- بنابر این در هر تلسکوپ، ۳۶ آینه نش و چپ‌ی و قابل تنظیم نصب شده‌اند که با تنظیم آن‌ها بهترین تصویر از فضا حاصل می‌شود.



◀ رصدخانه‌ی جنوبی اروپا

پر قدرت‌ترین تلسکوپ موجود بر روی زمین که بسیار بزرگ هم هست، در کشور اسپانی قرار دارد. در این‌جا، چهار تلسکوپ با هم کار می‌کنند که هر کدام آینه‌ای به قطر ۸۱۳ متر دارند و یک میلیارد بار از چشم ما قوی‌ترند. تصویرهایی که توسط این رصدخانه از فضا تهیه شده، در نوع خود بهترین‌اند.

▼ مجموعه‌ی تلسکوپ‌ی (آرایه‌ی بزرگ)

در ایالت نیومکزیکوی آمریکا ۲۷ رادیوتلسکوپ را در امتداد هم نصب کرده‌اند که با هم کار می‌کنند و به منزله‌ی یک تلسکوپ عمل می‌کنند که در منطقه‌ای به پهنای ۲۷ کیلومتر نصب شده باشد. علائم رادیویی دریافت شده توسط این تلسکوپ‌ها به یک آنتن مرکزی منتقل می‌شود تا به دستگاه‌های مربوطه برسد و تبدیل به تصویر شود.

هر تلسکوپ رو به جهات مختلف

می‌چرخد و می‌تواند رو به همه‌جای آسمان قرار بگیرد

e

رصدخانه‌ها
observatories

آنتن صقعه ۳۵ متری امواج رادیویی را جمع‌آوری می‌کند

آنتن رادیویی، پیام دریافتی منعکس شده از فضا را می‌گیرد

موشک‌ها

با آن که موشک پدیده‌ی جدیدی نیست، انجام هر گونه کاوش فضایی بدون وجود آن امکان ندارد. چینی‌ها در اوایل قرن سیزدهم نخستین موشک را ساختند. موشک برخلاف موتورهای معمولی، باید اکسیژن لازم برای مصرف سوخت را به همراه داشته باشد، به همین سبب در فضای بدون هوا هم کار می‌کند. وقتی موشک سوخت خود را مصرف می‌کند، گازهایی را با فشار از پشت بیرون می‌دهد و به این وسیله به جلو می‌رود.

► موشک روسی سایوز

روس‌ها از دهه‌ی ۱۹۶۰ تاکنون برنامه‌های فضایی خود را با موشک‌های سایوز اجرا می‌کنند. این موشک‌های ۵۰ متری، سه بخش پشت سر هم دارند. چهار موشک بوستر پیرامون موشک اصلی قرار دارند. مرحله‌ی دوم در بالا قرار می‌گیرد و سفینه را حمل می‌کند. هر موشک نفت و اکسیژن مایع مصرف می‌کند.

مرحله‌ی دوم،

به مدت ۴ دقیقه می‌سوزد



مرحله‌ی اول اصلی

که توسط ۴ موشک تقویت شده احاطه شده، در موقع پرتاب روشن می‌شود و به مدت ۵ دقیقه می‌سوزد

طرز کار موشک

در هر موشک، سوخت در محفظه‌ای با اکسیژن ترکیب می‌شود تا ضمن سوختن، مقدار زیادی گاز داغ تولید کند. این گازها متبسط می‌شوند و از ته موشک بیرون می‌آیند. اما همین گازها نیروی معکوس را نیز پدید می‌آورند که وجودش برای به جلو راندن موشک لازم است.

اکسیژن مایع برای

مشتعل کردن سوخت لازم است

سوخت مایع

محفظه‌ی احتراق، جایی که

اکسیژن و سوخت با هم ترکیب می‌شوند

گازهای داغی که موشک را به جلو می‌رانند



بوستر موشک در موقع پرتاب روشن می‌شود و به مدت ۲ دقیقه می‌سوزد

مرحله‌ی سوم

موتور مرحله‌ی سوم روشن می‌شود تا خود و سفینه را جلو ببرد

جدا شدن و افتادن مرحله‌ی دوم

گیردها می‌افتند

مرحله‌ی دوم

مرحله‌ی دوم روشن می‌شود تا موشک سبک شده را جلو ببرد

آزاد شدن و افتادن مرحله‌ی اول

مرحله‌ی اول

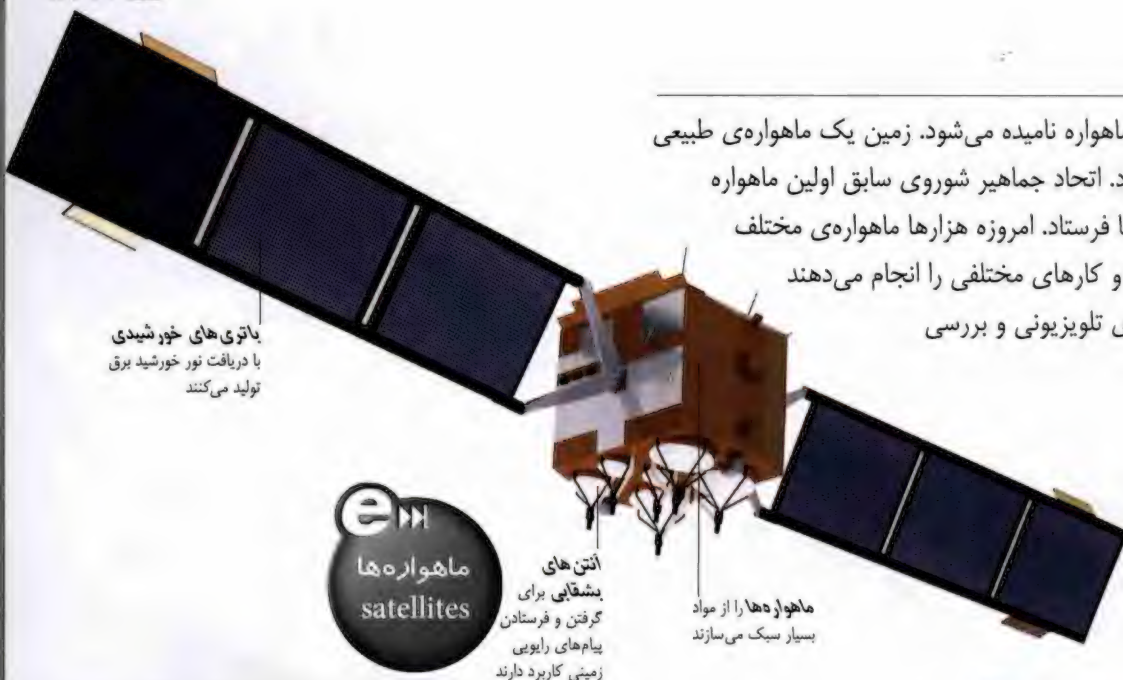
مرحله‌ی اول، سفینه ساترن ۵ را به بالای اتمسفر می‌رساند

▲ موشک ماه‌نشین سه مرحله‌ای ساترن ۵

این موشک هم که شامل چند قسمت مرتبط با هم است، چند مرحله‌ای نامیده می‌شود. در این موشک‌ها، هر مرحله یا قسمت به موقع روشن می‌شود و با پایان یافتن سوخت، از قسمت‌های دیگر جدا می‌شود. در نتیجه، موشک سبک‌تر خواهد شد و با شتاب زیادتری جلو می‌رود.

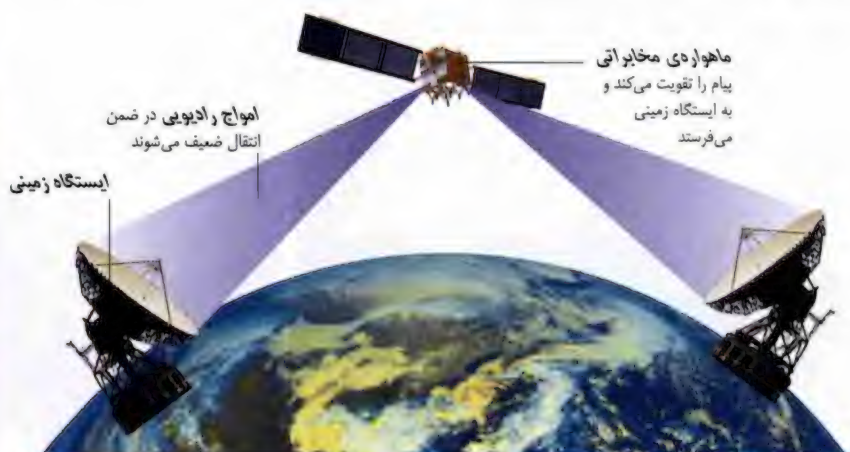
ماهواره‌ها

جسمی که در فضا دور جسم دیگر بگردد، ماهواره نامیده می‌شود. زمین یک ماهواره‌ی طبیعی (ماه) و تعداد زیادی ماهواره‌ی مصنوعی دارد. اتحاد جماهیر شوروی سابق اولین ماهواره به نام اسپوتنیک I را در اکتبر ۱۹۵۷ به فضا فرستاد. امروزه هزارها ماهواره‌ی مختلف در مدارهای گوناگون دور زمین می‌گردند و کارهای مختلفی را انجام می‌دهند که بازیش (رله) پیام‌های تلفنی، برنامه‌های تلویزیونی و بررسی وضعیت هوا از آن جمله‌اند.



طرز کار ماهواره

ماهواره‌ها را تا جایی که ممکن است سبک می‌سازند تا پرتاب آن‌ها آسان باشد. ابزارهای مختلفی در ماهواره نصب می‌شود که دوربین، تلسکوپ، حسگرهای شمشعات و تجهیزات رادیویی از آن جمله‌اند. نیروی برق لازم را هم باتری‌های خورشیدی صفحه مانند تأمین می‌کنند.



تصویرهای ماهواره‌ای

نتیجه‌ی الوار برداری زیاد از جنگل‌های ناحیه‌ای در غرب کانادا در این تصویر ماهواره‌ای نشان داده شده است. مناطق زرد رنگ محل‌های قطع درختانند. با استفاده از این قبیل اطلاعات می‌توان منابع طبیعی زمین را بهتر زیر نظر داشت.

برقراری ارتباط با ماهواره

در هر ایستگاه زمینی، آنتن‌های بشقابی بزرگی نصب می‌شود تا امواج رادیویی را به سوی ماهواره بفرستند. سپس ماهواره همان امواج را به ایستگاه‌های زمینی واقع در نقاط دیگر زمین برمی‌گرداند. بیشتر مکالمات تلفنی بین‌المللی، پست الکترونیکی (ایمیل‌ها) و فاکس‌ها را شبکه‌ای از ماهواره‌های مخابراتی انجام می‌دهند که در جایگاه‌های معینی نسبت به سطح زمین تثبیت شده‌اند.

مدارها

ماهواره‌ها در مدارهای مختلفی دور زمین می‌گردند. برای این که ماهواره در مدار باقی بماند باید تعادلی میان سرعت حرکت آن و نیروی گرانشی زمین وجود داشته باشد- یعنی، سرعت آن‌ها را به‌جلو می‌راند و گرانش آن‌ها را به سوی زمین می‌کشاند. سرعت مورد نیاز برای ماندن ماهواره در ارتفاع معین را سرعت‌مداری می‌گویند، برای مدارهایی به ارتفاع چند صد کیلومتر سرعت مداری باید ۲۸ هزار کیلومتر در ساعت باشد.



ماهواره‌ها و مدار آن‌ها

مدار نزدیک به زمین	ارتباطات تلفن همراه، اکتشافات، اخترشناسی
مدار قطبی	هواشناسی، جهت‌یابی
مدار بیضی کشیده	ارتباطات در عرض‌های شمالی
مدار ثابت مکان	ارتباطات، هواشناسی

انواع مدارها

ماهواره‌ها مدارهای مختلفی را به دور زمین طی می‌کنند. در مدار قطبی، آن‌ها از روی قطب‌ها می‌گذرند؛ در مدارهای بسیار بیضی، در یک نقطه، به زمین نزدیک و در نقطه‌ی دیگر از آن دور می‌شوند؛ در مدارهایی که ماهواره باید همیشه بالای نقطه‌ی معینی از زمین بماند، ارتفاع باید ۳۶ هزار کیلومتر باشد و ماهواره هر ۲۴ ساعت یک بار زمین را دور بزند تا بتواند در جای خود ثابت به نظر آید. ماهواره‌های مدار پایین، فقط چند صد کیلومتر از زمین بالاترند.

سفر به فضا

تنها در کمتر از ۴ سال بعد از پرتاب ماهواره‌ی اسپوتنیک I به فضا در سال ۱۹۵۷، سفر به فضا آغاز شد و از آن پس، آمریکایی‌ها روی ماه قدم گذاشتند و روس‌ها به مدتی بیش از یک سال در ایستگاه فضایی ماندند. امروزه، فضانوردان توسط موشک و شاتل فضایی سفر می‌کنند. امکان دارد که در دهه‌های بعد فضانوردانی به منظور ساختن پایگاه، یا حتی سفر به مریخ، این همسایه‌ی اسرارآمیز، دوباره به ماه سفر کنند.



▲ نخستین فضانورد

در ۱۲ آوریل ۱۹۶۱، یوری گارگین روسی نخستین انسانی بود که به مدار زمین سفر کرد. جان گلن آمریکایی هم نخستین فضانورد آمریکایی بود که در ۲۰ فوریه ۱۹۶۲ به مدار زمین رفت.



▲ نخستین ماه‌نوردان

در ۲۰ ژوئیه ۱۹۶۹، آپولو ۱۱، نخستین ماه‌نوردان را روی این کره پیاده کرد: نیل آرمسترانگ (چپ) و باز آلدرین (راست) روی ماه قدم گذاشتند، مایکل کالینز (وسط) مدول ماه‌نشین را هدایت کرد.



▲ مرکز کنترل

همه‌ی سفینه‌های فضایی سرنشین‌دار آمریکایی از این مرکز کنترل واقع در هیوستون تگزاس دستور می‌گیرند. همه چیز سفینه، از کنترل اطلاعات مهندسی، آزمایش‌های در حین پرواز و برقراری ارتباط بین سرنشینان، از این مرکز، کنترل و نظارت می‌شود.

▼ پیاده‌شدن بر روی ماه

در آخرین مأموریت آپولو ۱۷ در دسامبر ۱۹۷۲، یوجین سرنان در کنار ماه‌نوردی ایستاده است که از آن برای حمل افراد و تجهیزات بر روی ماه استفاده شد. سرنان و هریسون اشمیت توسط مدول ماه‌نشین بر روی این کره پیاده شدند. در مجموع، ۶ سفینه‌ی آپولو توانستند با موفقیت روی ماه فرود آیند.

ماه‌نورد که از موتورهای الکتریکی نیرو می‌گیرد سرعتی معادل شانزده کیلومتر در ساعت دارد



▲ همکاری‌های بین‌المللی

ارتباطی که بین سفینه‌های فضایی آپولوی آمریکایی و سایوز روسی در ژوئن سال ۱۹۷۵ انجام گرفت، به این گونه فعالیت‌ها جنبه‌ی بین‌المللی داد. فضانوردان هر سفینه، از سفینه‌ی دیگری دیدن کردند و آزمایش‌هایی را به‌طور مشترک انجام دادند. این نخستین ملاقات فضایی به مدت دو روز ادامه یافت.



شاتل فضایی

زمانی که نخستین شاتل فضایی در ۱۲ آوریل ۱۹۸۱ به فضا رفت، دوره‌ی جدیدی از اکتشافات فضایی آغاز شد. تا آن زمان، همه‌ی وسایل و دستگاه‌هایی که به فضا فرستاده می‌شدند، جنبه یک بار مصرف داشتند؛ اما شاتل فضایی چنین نبود و بیشتر قسمت‌های آن پس از بازگشت به زمین، قابلیت مصرف دوباره داشت. شاتل دارای دو موشک تقویت‌کننده، یک مدارگرد بالدار که سرنشینان را حمل می‌کند و یک مخزن سوخت است که در بیرون شاتل قرار دارد.



▲ درون مدارگرد

شاتل فضایی از درون کابینی دو نفره که در قسمت دهانه آن قرار دارد، هدایت می‌شود. دو خلبان را ابزارها و درجات کنترل احاطه کرده‌اند، آنان لباس‌های نارنجی دارند که محافظ خوبی برای مواقع اضطراری است که ممکن است فشار درون کابین کاهش یابد. برای مواقع اضطراری یک مخزن اکسیژن، مقداری آب، جعبه‌ی کمک‌های اولیه‌ی ضروری در پرواز و چتر نجات هم به این لباس ضمیمه شده است.

پال دلتا شاتل را بالا می‌برد و مدارگرد را در هوا نگه می‌دارد

انبار تجهیزات برای ایستگاه فضایی

رادیاتور خنک‌کننده‌ی شاتل

محل استقرار افراد

باله و سکان برای کمک به حرکت در اتمسفر زمین

سه موتور اصلی برای برخاستن از زمین

پوشش محافظ برای جلوگیری از سوختن در هنگام برگشت به زمین

◀ مدارگرد

شاتل فضایی اندیور (Endeavour) جدیدترین مدارگرد است که از سال ۱۹۹۲، که نخستین پرواز خود را انجام داد، تا کنون ۱۷ مأموریت پرعهده داشته است. در این مدارگرد بالدار، جایگاه‌هایی برای حمل افراد و تجهیزات پیش‌بینی شده است. خدمه از کابین بالایی وسیله را هدایت می‌کنند و در بخش میانی استراحت می‌کنند. سه مدارگرد مورد استفاده‌ی امروزی، دیسکاوری، اتلانٹیس و اندیور هستند.

سفر به فضا و برگشت

شاتل‌ها از مرکز فضایی کندی واقع در فلوریدای آمریکا هدایت می‌شوند. قسمت‌های مختلف را در یک ساختمان بزرگ مونتاژ، که در اصل برای مونتاژ موشک‌های ماه‌نشین ساترن ۵ ساخته شده بود، سوار می‌کنند. در پایان، شاتل را به طور قائم بر روی یک سکوی متحرک پرتاب قرار می‌دهند. ارتفاع این شاتل، ۵۶ متر است. در طول فرایند پرتاب مدارگرد ابتدا از دو موشک تقویت‌کننده و سپس از مخزن سوخت بیرونی جدا می‌شود تا بتواند وارد مدار شود.



۱ موتور اصلی و موشک‌های کمکی با هم روشن می‌شوند تا شاتل را به آسمان ببرند

۲ حدود ۲ دقیقه بعد از برخاستن از زمین، موشک‌های کمکی جدا می‌شوند و با چتر به زمین می‌افتند

۳ در حدود ۶ دقیقه بعد، مخزن سوخت بیرونی جدا می‌شود و در اتمسفر از بین می‌رود

۴ مدارگرد (اوربیتور) در مدار زمین قرار می‌گیرد و هر ۹۰ دقیقه یک بار دور زمین می‌گردد. این قسمت معمولاً یک هفته در مدار می‌ماند

۵ در راه برگشت، مدارگرد وارد اتمسفر می‌شود. سیرهای محافظ بر اثر گرمای زیاد قرمز می‌شوند

۶ در پایان، مدارگرد مانند هواپیما روی بانده فرود می‌آید

فضانوردان

از ۱۹۶۱ که یوری گاگارین اولین فضانورد شد، صدها نفر دیگر جرأت سفر به ماورای زمین را به خود داده‌اند، تجربیات نشان داد که امکان ماندن و کار کردن در فضا، هم در درون سفینه و هم در فضای بیرون آن (فعالیت برون سفینه‌ای) وجود دارد. بدن فضانوردان، هم از لحاظ سلامتی خود آنان و هم به عنوان بخشی از تحقیقات پزشکی فضایی پیوسته تحت نظر است و به ویژه، محققان می‌خواهند بدانند حالت بی‌وزنی چه اثری بر بدن می‌گذارد.

دستکش‌ها
اجزای گرم‌کننده دارند

► آموزش‌های ضروری

یک فضانورد، بر روی زمین و قبل از سفر باید در استخر شنا راه رفتن را تمرین کند. او لباس مخصوصی به تن می‌کند که وزن وی را هم وزن آب می‌کند تا به زیر آب برود و نه روی آن بماند. این وسعت شناوری، مشابه وضعی است که در آن، فضانوردان باید در شرایط بی‌وزنی کارهایی هم انجام بدهند.



وجود این نوار قرمز
به سناریای افراد در بیرون
سفینه کمک می‌کند

گونه پستی دارای اکسیژن و آب برای
خنک کردن لباس و وسایل تأمین برق است

بازوی فلزی نگهدارنده‌ی
ابزارهای کار در فضا

لباس محافظ چند لایه‌ای
فضانورد را در برابر دماهای بالا
و پایین، تشعشعات خطرناک
و برخورد با شهاب سنگ‌های
سردردان محافظت می‌کند

► جیره‌ی غذایی

فضانوردان امروزی، غذاهای مختلفی می‌خورند که بعضی از آنها مانند آجیل و بستنی به همان شکل طبیعی خود هستند. بعضی را به صورت منجمد شده و کسرو به آنان می‌دهند. بعضی را هم خشک می‌کنند که در هنگام خوردن، باید آب یا آن‌ها مخلوط شود. در سال‌های نخست فضانوردی به این افراد موادی با ارزش غذایی بالا، اما غیرالیه‌ای‌ها (از درون ظرف‌هایی به شکل لوله‌ای خمیر دندان‌مانند داده می‌شد.



فعالیت بیرون سفینه‌ای

فضانوردانی که به مدار زمین می‌روند، گاهی باید در بیرون از سفینه کار کنند، که به این عمل، راه پیمایی در فضا گفته می‌شود. آلکسی لئونوف روسی و ادوارد رایت امریکایی، نخستین فضانوردانی بودند که در سال ۱۹۶۵ اقدام به این کار کردند. امروزه، فضانوردان برای تعمیر ماهواره‌ها، نصب ابزارها و غیره در ایستگاه فضایی بین‌المللی از سفینه خود خارج می‌شوند.

► کار در فضا

در اکتبر سال ۲۰۰۲، دیوید ولف، فضانورد امریکایی ناچار شد مدت ۶ ساعت در فضا کار کند تا بتواند وسایلی را در ایستگاه فضایی بین‌المللی نصب کند. در این مأموریت، فضانورد دیگری به نام پیرس سلرز نیز به او کمک کرد. هدف اصلی از این مأموریت اضافه کردن ستونی به اسکلت ایستگاه برای افزایش استحکام آن بود.

em
فضانوردان
astronauts

▲ تعمیر هابل

در مارس ۲۰۰۲، فضانوردانی در مأموریت فضایی STS-۱۰۹ یک واحد نیرو، یک دوربین جدید و یک باتری خورشیدی را به تلسکوپ فضایی هابل اضافه کردند. در این مأموریت رکورد جدید ۳۶ ساعت کار در فضا در ۵ نوبت ثبت شد. این چهارمین مأموریت در راستای کمک به کار بهتر تلسکوپ هابل بود.

کمربند محافظ

مانع از شناور شدن در فضا می‌شود

محافظ پا

فضانورد را ثابت نگه می‌دارد

بازوی روبات جرثقیل فضایی

پزشکی فضایی

توقف در فضا در حالت بی‌وزنی از چند راه بر سلامت انسان اثر می‌گذارد: ماهیچه‌ها ضعیف می‌شوند و استخوان‌ها حالت پوکی و شکنندگی می‌یابند، البته، ورزش و استفاده از غذاهای ویژه می‌تواند جلوی این عارضه‌ها را در سفرهای فضایی دراز مدت بگیرد.

► معاینه پزشکی فضایی

در مأموریت STS-۹۵ که در سال ۱۹۹۸ در شاتل انجام شد؛ بدن جان گلن به ابزارهایی مجهز شده بود که وضعیت خواب او را بررسی می‌کردند. گلن نخستین آمریکایی بود که در سال ۱۹۶۲ به فضا رفت، اما وی در ۷۷ سالگی هم در سال ۱۹۹۸ دوباره برای این بار که اینک دریابد حالت بی‌وزنی چه اثری بر پیری می‌گذارد به فضا رفت.



ایستگاه‌های فضایی

ایستگاه فضایی سفینه‌ای است که برای سال‌ها گردش در مدار طراحی شده است. شرایط داخلی آن کاملاً کنترل شده است؛ باتری‌های خورشیدی نیروی لازم را به ایستگاه می‌رسانند، هوا و آب بازیافت می‌شوند و در مجموع، محیط راحتی برای فضانوردان و دانشمندان فراهم می‌شود تا بتوانند آزمایش‌های خود را انجام دهند و تأثیر بی‌وزنی را بر مواد، افراد، گیاهان و جانوران شناسایی کنند. در ایستگاه‌های فضایی بین‌المللی افرادی از ملیت‌های مختلف با هم کار می‌کنند.



▲ به طرف خارج از ایستگاه سالیوت

در فضانورد خارج شده از سفینه فضایی سالیوت ۳۷ که در سال ۱۹۸۰ میلادی از مدار کرانه دریاچه و حرکت به سمت ایستگاه فضایی روس‌ها به نام سالیوت ۷ گسیل خود به بیرون نگاه می‌کنند. بعضی از فضانوردان سالیوت ۶ به مدت شش ماه در فضا ماندند و یکبار به بولف در فضا شکست. سالیوت ۱۷ در سال ۱۹۸۳ جدی سالیوت ۶ را گرفت.



▲ اسکای لب در مدار

پروژه در سال ۱۹۷۳ نخستین ایستگاه فضایی خود به نام اسکای لب را در مدار قرار داد. در حین برنامه‌ریزی از نتایج باوری تجربی بی‌شکست و به سه جزایم واقع در محل استقرار افراد اسکای لب، فضانوردان سفینه سالیوت ۳ را تغییر دادند. پس از ۲۸ روز در فضا، سالیوت ۳ گروه‌های بعدی ۲۶ روز و ۸۳ روز در فضا ماندند.

ایستگاه فضایی

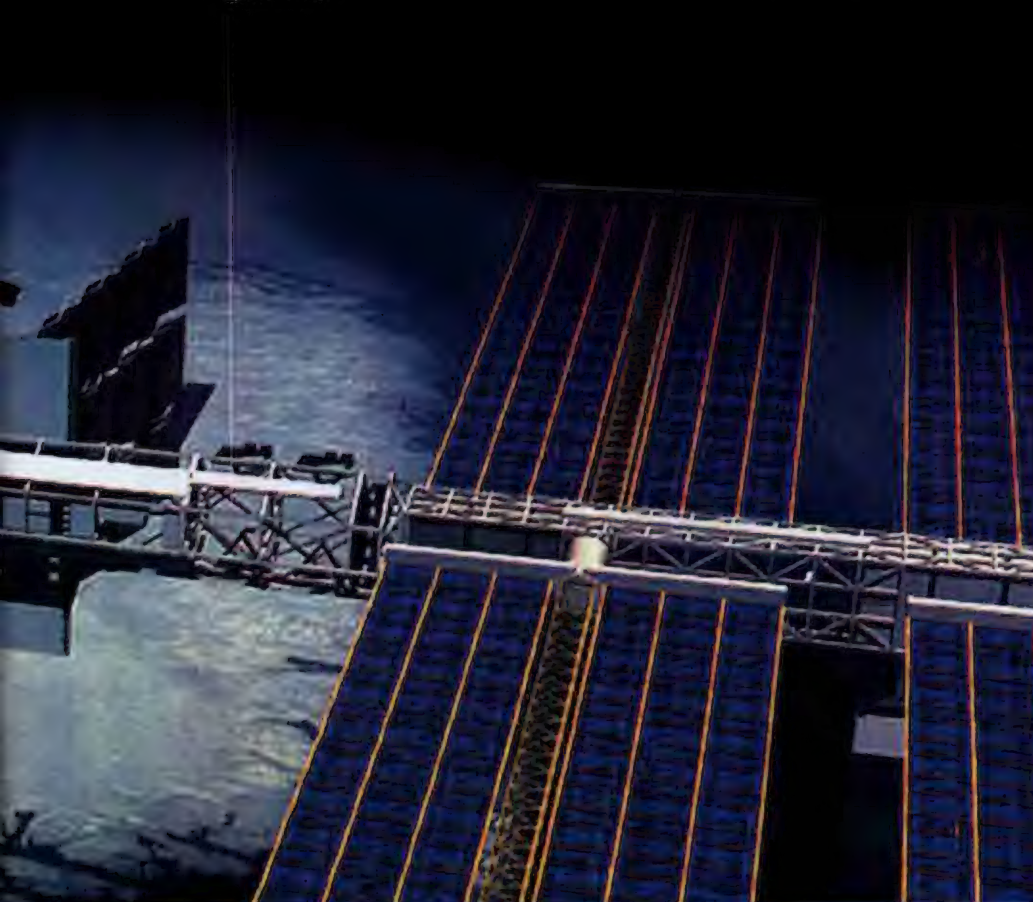
نام	کشور	تاریخ پرتاب	چند اتفاقی
سالیوت ۶	اتحاد شوروی	۱۹۷۷	خبر به بار گرفت به زمین گشته سالیوت
اسکای لب	آمریکا	۱۹۷۳	به فضانوردان بی‌شکست
ایستگاه فضایی پروتا	روسیه	۱۹۸۳	با دلیل فساد به
سیر	روسیه	۱۹۸۶	با دلیل فساد به
بین‌المللی	چند کشور	۱۹۹۸	با دلیل فساد به

▼ تکمیل ایستگاه فضایی

نیمه دوم، تکمیل ایستگاه فضایی را نشان می‌دهد. طول این ایستگاه ۱۱۰ متر، عرض ۴۰ متر و وزن ۱۰۰ تن است. این ایستگاه در مدار زمین قرار دارد و برای آزمایش‌های علمی و پزشکی و برای آموزش فضانوردان و برای تحقیقات علمی طراحی شده است. این ایستگاه در مدار زمین قرار دارد و برای تحقیقات علمی و پزشکی و برای آموزش فضانوردان و برای تحقیقات علمی طراحی شده است.

باتری خورشیدی ایستگاه
در مدار زمین قرار دارد
و برای تحقیقات علمی و پزشکی
و برای آموزش فضانوردان
و برای تحقیقات علمی طراحی شده است.

اسکلت اصلی
ایستگاه فضایی

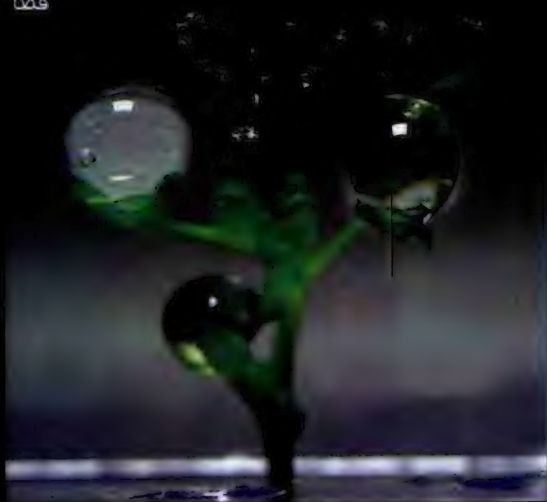


مدول هرکولی میر
در حال بررسی فضانوردان

ساخت فضایی که در مجموع
۹ سال و ۱۰ ماه به طول انجامید

▲ مأموریت به سوی میر (۱۹۹۵)

روسی‌ها در فوریه ۱۹۹۵ اولین مأموریت به سمت ایستگاه فضایی روس‌ها را به سمت ایستگاه فضایی روس‌ها (میر) ارسال کردند. این مأموریت به سمت ایستگاه فضایی روس‌ها (میر) ارسال کردند. این مأموریت به سمت ایستگاه فضایی روس‌ها (میر) ارسال کردند.



▲ تحقیقات علمی



► **جیروہ کار**

e»
ایستگاه‌های
فضایی
space
stations

بند های خبرانی
برای تنظیم نهادهای داخلی
و اطلاع رسانی

محل الجهاد: أينما يسها

مجموعه بی وزن ایستگاه: بین المللی

تطوعی کلیموں
کہ توسط انہیں قضا
آزاد ہوں

مطلوب ازمایش ساخته شده
توسط موسسه‌ی توسعه‌ی هوانوردی
و فضا (NASDA)

رصد خانه‌های فضایی

از فضای خارج از اتمسفر زمین و رصدخانه‌ای چون تلسکوپ فضایی هابل می‌توان بسیار دقیق‌تر و بهتر از روی زمین به مشاهده‌ی جهان پرداخت. در چنین محلی، می‌توان شکل‌های غیرقابل دیدن تشعشعاتی از قبیل پرتوهای گاما، ایکس، و فرابنفش و فروسرخ را نیز که جذب اتمسفر زمین می‌شوند، دریافت کرد. اخترشناسان هم با نگاه کردن به این تشعشعات درک بهتری از کار جهان به دست خواهند آورد.

▲ رصدخانه‌ی پرتو گاما

رصدخانه‌ی کاپتون که در سال ۱۹۹۱ به فضا فرستاده شد، در نوع خود بزرگ‌ترین بود. این رصدخانه، وجود صدها منبع پرتو گاما را در فضا نشان داد و بیشتر از ۲۵۰۰ قوران پرتو گامایی را ثبت کرد که هر کدام نشانه‌ای از وجود فعالیت‌های شدید فضایی است.

▲ رصدخانه‌ی پرتو ایکس چاندرا

این رصدخانه‌ی ۱۲/۷ متری پرتو ایکس قوی‌ترین تلسکوپ ردیابی پرتوی ایکس در فضا است. این رصدخانه در سال ۱۹۹۶ با شاتل فضایی به ارتفاع ۱۴۰ هزار کیلومتری زمین برده شد و در آن‌جا مسیر حرکت خود را در مدار بیضوی بسیار کشیده‌ای آغاز کرد.

► مشاهده‌گر خورشید سوهو

از سال ۱۹۹۵، رصدخانه‌ی ویژه‌ای به نام سوهو (SOHO) از فضا قرار داده شد که به مطالعه روی طول موج‌های فرابنفش و نور معمولی خورشید می‌پردازد. این رصدخانه که در فاصله‌ی ۱/۵ میلیون کیلومتری زمین است، در مدار یک دور خورشید می‌گردد و وضعیت سطح و درون خورشید، اتمسفر و کرونای آن را بررسی می‌کند.

امواج الکترومغناطیسی

► پرتوهای گاما

این تصویر پرتو گاما سحابی خرچنگی M۱ را نشان می‌دهد. پرتوهای گاما کوتاه‌ترین طول موج و بیشترین انرژی را دارند. این پرتو را بعضی از فعالیت‌های بسیار شدید فضایی از قبیل برخورد دو کهکشان پدید می‌آورند.

► پرتوهای ایکس

پرتوهای پراثری ایکس هم حاصل بروز اتفاقات شدید فضایی‌اند. این پرتوها، در مقایسه با نورهای مرئی، انرژی بیشتری دارند. طول موج آن‌ها هم در مقایسه با پرتوهای گاما، بیشتر است.

► پرتوهای فرابنفش

تصویر فرابنفش خورشید وجود دماهای مختلفی را در بخش کرونای آن نشان می‌دهد. پرتوهای فرابنفش در مقایسه با نور مرئی، انرژی زیادتر و در مقایسه با پرتوهای ایکس انرژی کمتری دارند. این پرتوها از اجسام بسیار داغ مانند خورشید ساطع می‌شوند و پوست را می‌سوزانند.

► پرتوهای فروسرخ

در اینجا، تصویر سحابی عقاب یا M۱۶ را که با پرتوهای فروسرخ تهیه شده است می‌بینید. این امواج در مقایسه با نور مرئی، طول موج زیادتری دارند و در زمین، به امواج گرمایی هم تعبیر می‌شوند. در فضا این امواج به درون غبارهای بین ستاره‌ای نفوذ می‌کنند و چیزهای پشت آن را نشان می‌دهند.

► امواج رادیویی

کهکشان مارپیچ M۵۱ در اینجا به‌صورت تصویر امواج رادیویی دیده می‌شود. امواج رادیویی بلندترین طول‌ها و کمترین مقدار انرژی را دارند. این امواج که در فضا از ستاره‌ها، کهکشان‌ها و ابرهای گازی پدید می‌آیند، توسط رادیو تلسکوپ‌های مستقر بر روی زمین قابلیت دریافت دارند.



دوربین ردیاب
که با پرتو گاما آسمان
را جست و جو می‌کند

تلسکوپ انعکاسی
با آینه‌ی ۸۵ سانتیمتری

صفحه‌ی باتری خورشیدی
نور خورشید را به برق تبدیل می‌کند

رصدخانه‌ی اسپیتزر

رصدخانه‌ی اسپیتزر (Spitzer) تلسکوپی است که در سال ۲۰۰۳ به فضا فرستاده شد. این تلسکوپ که در نوع خود بزرگ‌ترین است با امواج فروسرخ کار می‌کند. یعنی رصدهای خود را در زیر نورهای نامرئی فروسرخ انجام می‌دهد. اسپیتزر اجرام سرد موجود در فضا، از قبیل ستارگان کم نور و کوچک، سیاره‌های واقع در اطراف ستارگان و ابرهای عظیم بین ستاره‌ای را جست و جو و بررسی می‌کند. اجرای این تلسکوپ را برای بهتر عمل کردن، به کمک هلیک مایع در دمای ۲۷۳- درجه نگه می‌دارند.

تلسکوپی که با
طول موج‌های کوتاه‌تر
اجرام آسمانی را
رصد می‌کند

e+
رصدخانه‌های
فضایی
space
observatories

تلسکوپ فضایی هابل

برخی از حیرت انگیزترین تصویرهایی که تاکنون از اجرام آسمانی به دست آمده از تلسکوپ فضایی هابل (HST) ارسال شده است. این تلسکوپ با نور مرئی کار می‌کند اما تصویرهایی را هم با پرتوهای فروسرخ می‌گیرد. این تلسکوپ در سال ۱۹۹۰ و به کمک شاتل دیسکاوری به فضا فرستاده شد و از آن به بعد توسط فضانوردان شاتل چهار بار تصحیح شده و ارتقای کیفیت یافته است.

محقق تلسکوپ
در برابر آفتاب

مغناطیس سنجی
که حرکات هابل را در
میدان مغناطیسی زمین
ردیابی می‌کند

باتری‌های خورشیدی
تأسیس کننده‌ی برق

بدنه‌ی دستگاه
مجرب به سه نوع دوربین

آنتن فرستنده‌ی
تصویرها به زمین

▲ طرز کار تلسکوپ هابل

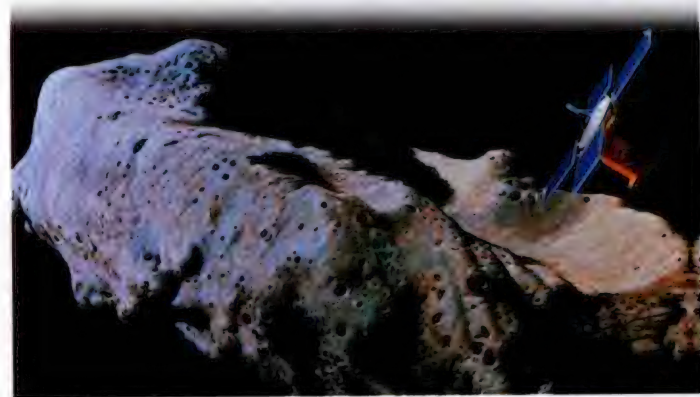
در داخل لوله‌ی آن یک تلسکوپ معمولی از نوع انعکاسی نصب شده است. یک آینه‌ی اولیه‌ی ۲/۴ متری مقعر، نورهای درخشان را جمع کرده و آن‌ها را به آینه‌ی دوم در انتهای لوله منعکس می‌سازد. این آینه‌ی دوم، پرتوها را منعکس کرده از طریق یک سوراخ در آینه‌ی اولیه منتشر می‌کند و به دوربین‌ها و ابزارهای دیگر می‌فرستد. مهندسان مرکز کنترل پروازهای فضایی، تلسکوپ را از راه دور تنظیم و کار آن را کنترل می‌کنند.

▲ کهکشان سومبرو

این تصویر کهکشان مارپیچی سومبرو (M۱۰۴) که توسط تلسکوپ فضایی هابل در سال ۲۰۰۳ تهیه شده، کهکشان را بسیار واضح‌تر از آنچه در گذشته دیده می‌شد نشان می‌دهد. در زمینه‌ی روشن بوده‌ی ستاره‌ها، دیسک مرکزی کهکشان از پهلو به صورت یک یوار تیره دیده می‌شود. البته، تلسکوپ هابل رنگ‌های واقعی اجرام آسمانی را نشان نمی‌دهد، زیرا تصاویرها را توسط فیلترهای رنگی می‌گیرد که سپس به کمک رایانه می‌توان رنگ‌های واقعی را بازسازی کرد.

ماموریت‌های بین سیاره‌ای

دانشمندان سفینه‌های بین سیاره‌ای را به فضا می‌فرستند تا در باره‌ی سیارات، سیارک‌ها و دنباله دارها از فاصله‌ی نزدیک‌تری مطالعه کنند. مارینر ۲ نخستین فضاییمای بین سیاره‌ای بود که در سال ۱۹۶۲ با موفقیت از کنار زهره گذشت. **تحقیق درباره‌ی مریخ**، در سال ۱۹۶۵ و با ارسال مارینر ۴ آغاز شد. از آن به بعد روی همه‌ی سیارات به جز پلوتو به همین ترتیب مطالعه شده است. بعضی از سفینه‌ها با گذر از کنار سیاره، برخی با دور زدن آن، بعضی هم با فرود آمدن در سطح آن، هدف خود را مورد مطالعه قرار می‌دهند.



▲ فرود بر قمر اروس

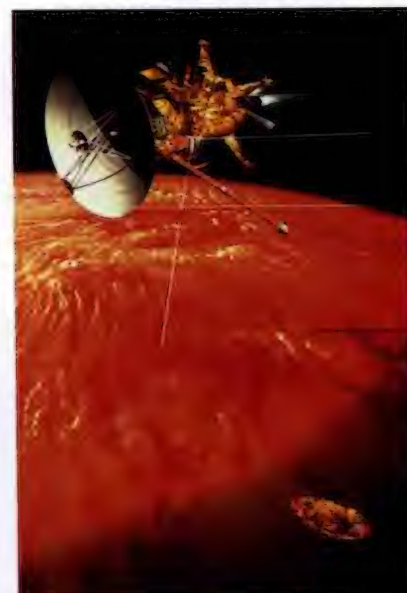
یک سفینه‌ی فضایی به نام نیر شومیکر، فرودی غیرمنتظره را در فوریه ۲۰۰۱ بر روی سیارک اروس انجام داد. این سفینه تمام سال قبل را در مدارِ به دور این جسم سنگی ۳۳ کیلومتری که گاهی تا فاصله‌ی ۲۲ میلیون کیلومتری به زمین نزدیک می‌شود، می‌گشت، اما در پایان ماموریت، دانشمندان تصمیم گرفتند سفینه را به این جسم فضایی نزدیکتر کنند تا عکس‌های واضح‌تری از آن تهیه شود؛ اما اتفاق جالب آن بود که سفینه توانست به سختی، اما با موفقیت بر روی سیارک فرود آید، یکی از ابزارهای آن هم تا روزها بعد از فرود همچنان کار می‌کرد.



▼ به دور زهره

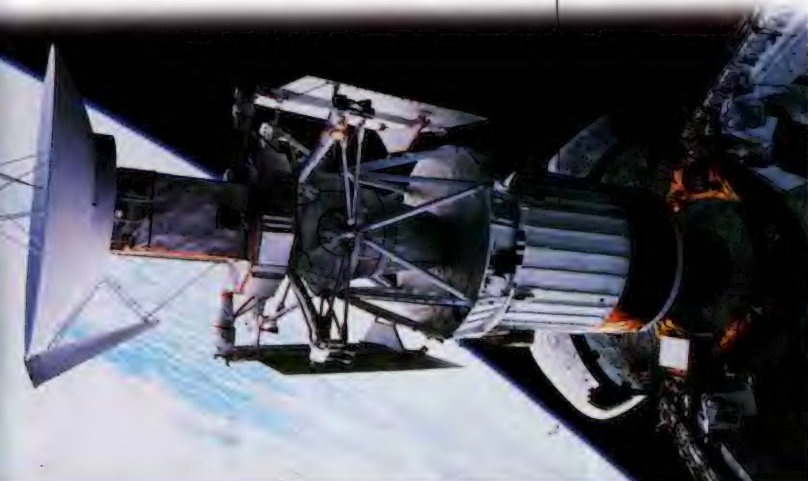
سفینه فضایی ماژلان در سال ۱۹۹۰ در مداری به دور زهره قرار گرفت و خواست با استفاده از امواج رادار دریابد که در زیر ابرهای قطور و همیشگی اطراف این سیاره چه می‌گذرد در تصاویری که به زمین مخابره شد، سطح زهره پر از آتش‌فشان و پوشیده از گلاره نشان داده می‌شد. در ضمن، ترک‌های زیادی هم در سطح زهره موجود بود.

سفینه **ماژلان** که از شاتل فضایی جنا شده و به مدار می‌رود



▲ مقصد: زحل و تیتان

در سال ۲۰۰۴، سفینه‌ی فضایی کاسینی، بعد از سفری ۷ ساله، به کنار حلقه‌های زیبای زحل رسید. هدف آن بود که زحل و اقمار زیاد آن در مدتی طولانی بررسی شوند. در ضمن قرار بود که کاسینی ردیابی به نام هایگنس را به درون اتمسفر قطور تیتان، بزرگ‌ترین قمر زهره، بفرستد که در سطح این قمر فرود آید.



تحقیق درباره‌ی مریخ

تحقیق در باره‌ی مریخ همیشه هیجان‌آور بوده است. همیشه این فکر در ذهن دانشمندان وجود داشته که آیا ممکن است آثار حیات بر روی این نزدیکترین سیاره به زمین موجود باشد و انسان هم بتواند روزی بر روی آن ساکن شود؟ روی مریخ از دور و نزدیک توسط سفینه‌هایی که روی آن فرود آمدند و آن‌هایی که در مدار به دور آن می‌گشتند، مطالعات زیادی انجام شده است. این مأموریت‌ها نشان دادند که مقداری یخ در میان سنگ‌های سطح مریخ موجود است که شاید بازمانده‌ی اقیانوس‌های قدیمی این سیاره باشند.

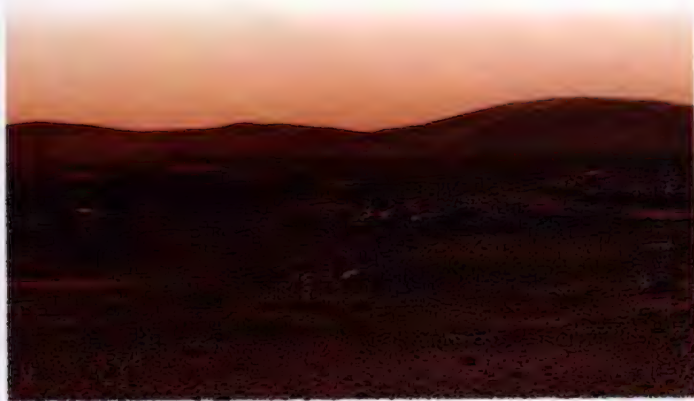
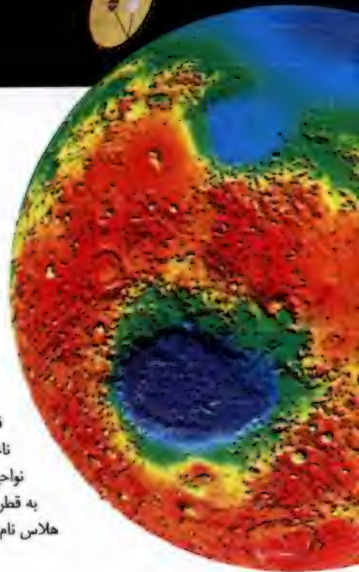


▲ بررسی کلی

در سال ۱۹۹۴، یک وسیله‌ی نقشه‌برداری از سطح مریخ به فضا فرستاده شد که پس از ۱۰ ماه به مدار این سیاره رسید. این وسیله مأموریت اصلی خود را از سال ۱۹۹۹ آغاز کرد و از سطح این کره نقشه‌برداری دقیقی کرد؛ عوارض سطحی آن را نشان داد و مطالعاتی را هم روی سنگ‌ها و اتمسفر این سیاره انجام داد.

► نقشه‌برداری از سطح مریخ

این تصویر سه بعدی، قسمت‌هایی از سطح مریخ را نشان می‌دهد. مناطق آبی رنگ، کم‌ارتفاع‌ترین و مناطق قرمز، مرتفع‌ترین مناطقند. ناحیه آبی رنگ واقع در وسط نواحی قرمز، فرو رفتگی بزرگی به قطر ۱۶۰۰ کیلومتر است که هلاس نام‌گذاری شده است.



▲ چهره‌ی مریخ

این منظره را که مریخ نورد اسپریت در سال ۲۰۰۴ از سطح مریخ تهیه کرد، آن‌جا را پوشینه از خاکی قرمز با قطعه سنگ‌های پراکنده نشان می‌دهد. غبارهای دانه‌ریزی که از سطح مریخ بر می‌خیزد، آسمان آن را نیز قرمز کم رنگ کرده است. تصویرهای ارسالی از یک مریخ‌نورد که درون یک دهانه‌ی برخوردی فرود آمد، نشان می‌دهند که سنگ‌های دیواره‌های دهانه توسط آب دریایی شور و کم عمق، بر که یا یخ زیر سطح تشکیل شده‌اند.

▼ حرکت بر سطح مریخ

در ژانویه ۲۰۰۴، دو روبات به نام‌های اسپریت و آپورچونیتی بر سطح مریخ نشاندند. این دو ربات با حرکتی آرام بر روی مریخ به حرکت در آمدند. درون آن‌ها ابزارهایی برای مطالعه روی سنگ‌ها وجود داشت. دوربین‌هایی هم برای عکس برداری از سطح و هدایت روبات‌ها وجود داشتند. قبل از شروع هر مرحله‌ی اکتشافی هر روبات عکس‌هایی از منظره‌ی پیش روی خود می‌گرفت که باید به کمک آن‌ها مسیر بی‌خطری برای ادامه حرکت پیش‌بینی می‌شد.



پایه‌ی حامل دوربین

انتن دریافت کننده‌ی امواج رادیویی

موتورهای الکتریکی چرخ‌ها را حرکت می‌دهند

بازوی روبات، ابزارهای بررسی و نمونه سنگ‌ها را می‌دارد

حیات فرازمینی

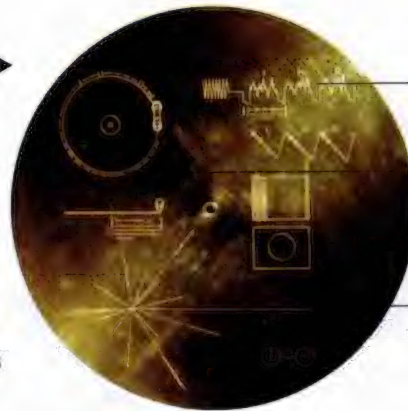
تا جایی که می‌دانیم زمین تنها جایگاه در بردارنده‌ی حیات در جهان است. اما آیا ممکن است درجای دیگری از این جهان بزرگ هم آثار حیات موجود باشد؟ احتمال چنین چیزی وجود دارد، یا وجود داشته است که روی مریخ یا قمر اروپا آثاری از جانداران موجود باشد. اما اخترشناسان برای یافتن حیات نگاه خود را به نقاطی فراتر از منظومه‌ی شمسی دوخته‌اند. در برنامه‌ی جستجوی هوش فرازمینی (SETI) در انتظار دریافت نشانه‌هایی مبنی بر مثبت بودن پاسخ این سوالند.

▲ آثار حیات در اروپا

اروپا، بزرگترین قمر مشتری، که تصویر تهیه شده از آن توسط سفینه‌ی گالیله را می‌بینید، سطحی مسطح و پوشیده از یخ صورتی رنگ دارد، اما مسیرهای متقاطع زیادی هم بر روی آن پیداست که ممکن است حاصل حرکت اقیانوسی محبوس در زیر یخ باشد که انرژی گرانشی مشتری آن را ذوب کرده است، احتمالاتی در مورد امکان وجود نوعی حیات بر روی این قمر وجود دارد.

► پیام وویجر

در هر کدام از دو سفینه‌ی وویجر که سراسر منظومه‌ی شمسی را پیمودند، از محدوده آن خارج شده و به سوی دنیاهای دیگر رفتند، لوحی قرار داده شده که روی آن تصویرهایی از مناظر طبیعی زمین، صداها و صحبت‌ها و موسیقی ملل مختلف ضبط شده است. امید است که موجودات هوشمندی در دنیاهای دیگر، بالاخره این لوح را بیابند و تصویری از ماهیت حیات بر روی سیاره‌ی زمین به دست آورند.



طرز مشاهده‌ی تصویرهای طبیعی و ساخته‌ی انسان

طرز راه‌اندازی ضبط صوت برای شنیدن صداها و زمینی

موقعیت زمین در فضا در ارتباط با پولساره‌های ۱۴ که پروتوی را به همه‌ی فضا می‌فرستد



▼ کاوش در آسمان

رادیو تلسکوپ آرسیو در کشور پورتوریکو، یکی از چند وسیله‌ای است که برای گوش‌دادن به پیام‌هایی که از تمدن‌های احتمالی فضا می‌آیند، طراحی شده است. بر اساس برنامه‌ای به نام فینکس، میلیون‌ها کانال رادیویی به طور هم‌زمان مشغول بررسی فضا هستند. امواج رادیویی را از آن رو برای مطالعه با ارزش می‌دانند که بدون تغییر در ماهیت می‌توانند از فاصله‌های بسیار دور به زمین برسند.

آنتن، پیام‌های رادیویی را از آنتن بشقابی دریافت می‌کند

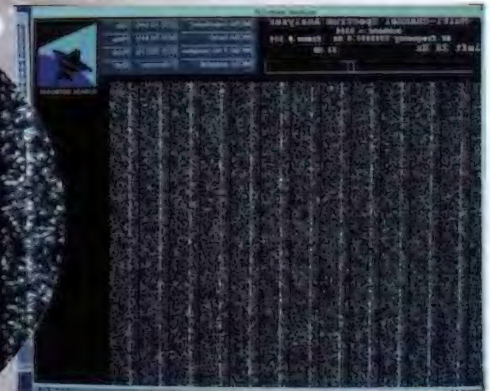
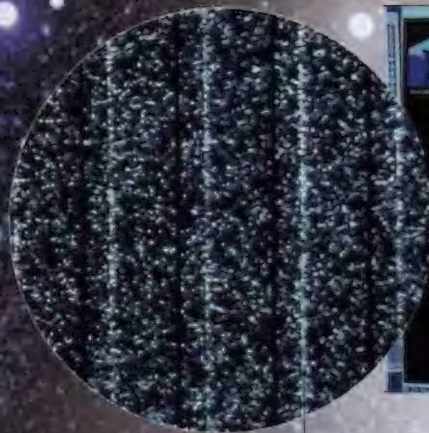
آنتن بشقابی به قطر ۳۰۸ متر





❖ حیات ابتدایی

نخستین شکل‌های حیات بر روی زمین، در حدود ۴ میلیارد سال قبل و به شکل سیانوباکتری‌ها (جلبک‌های آبی - سبز) ظاهر شد. این جانداران را امروزه هم در بخش‌های غربی استرالیا، به صورت پرامذگی‌هایی به نام استروماتولیت می‌یابیم. تکامل تدریجی حیات هم از همین جانداران تک سلولی آغاز شد. شاید در دنیا‌های دیگر نیز چنین پدیده‌هایی موجود باشد.



❖ جست‌وجوی پیام‌ها

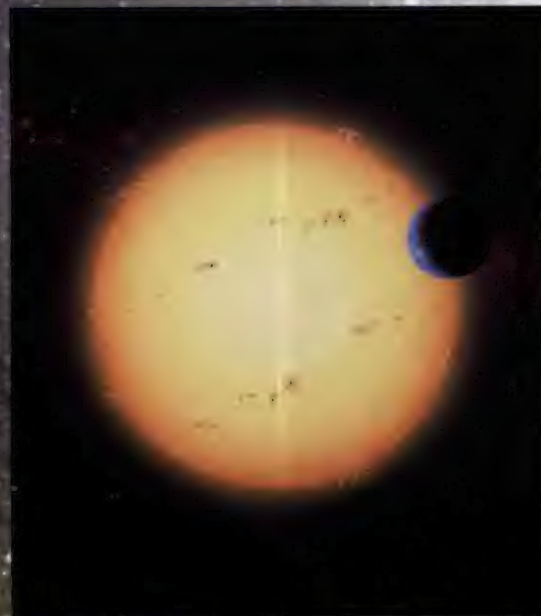
بر روی این صفحه نمونه‌هایی از سیگنال فضایی دریافت شده توسط رادیو تلسکوپ آرسیبو دیده می‌شود. جست‌جوی سیگنالی از فضا که توسط موجودات هوشمند جهان‌های دیگر ارسال شده باشد مثل جست‌جوی سوزن در انبار کاه است. حجم این گونه پیام‌ها بسیار زیاد است که پس از دسته‌بندی توسط پروژه‌ی HOMEProject@SETI پردازش می‌شود که کاربران رایانه‌های معمولی نیز می‌توانند در این کار کمک کنند.

خطوط قائم نمایانگر الگوی معمول است. هر تغییری ممکن است نشانه‌ی یک سیگنال باشد

معادله‌ی دریک

یک اخترشناس آمریکایی به نام فرانک دریک، که از پیشگامان پروژه‌ی SETI است، وجود عوامل زیر را برای وجود موجودات هوشمند بر روی یک کره ضروری می‌داند. این لیست، که معادله‌ی دریک نامیده می‌شود، اساس محاسبه تعداد تمدن‌های احتمالی در کهکشان‌هاست. اما این عوامل فقط بر مبنای یک نمونه، آن هم حیات زمین، هستند و معلوم نیست در مورد شکل‌های حیاتی احتمالا متفاوت موجود در کرات دیگر هم مصداق داشته باشند. افرادی که در این زمینه خوشبین‌اند، تعداد تمدن‌های موجود در کهکشان راه شیری را میلیون‌ها عدد می‌دانند، اما افراد بدبین آن را محدود به زمین کرده‌اند.

- چند ستاره در کهکشان در طول میلیاردها سال وضع ثابتی را که لازمه‌ی پیدایش حیات است، دارا هستند؟
- چند ستاره از این مجموعه، نظام سیاره‌ای ثابتی را در اطراف خود پدید آورده‌اند؟
- چند سیاره در این میان شرایط مناسب برای پیدایش حیات را دارا هستند؟
- بر روی چند ستاره از این نوع، حیات پیدا می‌شود و پایدار می‌ماند؟
- بر روی چند ستاره از این نوع، موجودات هوشمند قادر به برقراری ارتباط به وجود می‌آیند؟
- بر روی چند سیاره از این نوع که موجودات هوشمند دارند، شرایط به صورتی است که آنان بتوانند صاحب فناوری لازم برای برقراری ارتباط با دیگر نقاط جهان شوند؟
- چه تعداد از این تمدن‌های پیشرفته توسط سوانح طبیعی یا خودساخته از بین رفته‌اند؟



❖ سیارات خارج از منظومه‌ی شمسی

سیاره‌ای مشابه مشتری یافت شده است که دور ستاره‌ی HD ۱۸۷۱۲۳ می‌گردد. این سیاره، بیرون از منظومه‌ی شمسی ماست. پروژه SETI رادیو تلسکوپ‌های خود را به ستارگانی متوجه کرده است که ممکن است مانند خورشید سیاره‌دار باشند. قاعدتا اگر حیاتی در کرات دیگر موجود باشد، جای آن روی همین نوع سیارات است.



زمین

۲۲۸	اقیانوس‌ها	۲۰۴	سیاره‌ی زمین
۲۳۰	بستر اقیانوس	۲۰۶	ساختار زمین
۲۳۱	جزیره‌ها	۲۰۸	زمین ساخت ورقه‌ای
۲۳۲	رودها	۲۱۰	زمین لرزه
۲۳۳	آب‌های زیرزمینی	۲۱۲	آتش‌فشان
۲۳۳	دریاچه‌ها	۲۱۴	کوه‌زایی
۲۳۴	اتمسفر	۲۱۶	کانی‌ها
۲۳۶	آب و هوا	۲۱۷	چرخه‌ی سنگ
۲۳۸	وضع هوا	۲۱۸	سنگ‌ها
۲۴۰	باد	۲۲۰	فسیل‌ها
۲۴۲	ابرها	۲۲۱	زمان در زمین‌شناسی
۲۴۴	باران	۲۲۲	فرسایش
۲۴۶	زیستگاه‌ها	۲۲۴	خاک
۲۴۸	منابع زمین	۲۲۵	رسوبات
۲۵۰	آلودگی	۲۲۶	یخ
۲۵۱	توسعه‌ی پایدار	۲۲۷	ساحل‌ها



سیاره‌ی زمین

کره‌ی سنگی محل زندگی ما یکی از ۹ سیاره‌ی منظومه‌ی شمسی است. زمین کره‌ای است که در قسمت استوا اندکی برجستگی و در قطبین کمی فرو رفتگی دارد. قطر زمین در ناحیه‌ی استوا ۱۲۷۵۶ کیلومتر است. این سیاره، با سرعتی معادل ۱۰۵ هزار کیلومتر در ساعت به دور خورشید می‌گردد. مدت گردش به دور خورشید یک بار در سال و چرخش به دور محور خودش، یکبار در هر ۲۴ ساعت است. زمین، تنها سیاره‌ای است که می‌دانیم حیات در آن در حوزه‌ای به نام **زیستکره** (بیوسفر) وجود دارد.

سیاره‌ی منحصر به فرد

وجود آب، اکسیژن و آفتاب سبب شده است که زمین محیط مناسبی برای زندگی جانداران باشد. بیشتر سطح زمین را آب پوشانده و به همین سبب، این سیاره از فضا آبی رنگ دیده می‌شود. زمین تنها سیاره در منظومه‌ی شمسی است که اتمسفری با اکسیژن زیاد دارد. خورشید نیز که در فاصله‌ی ۱۵۰ میلیون کیلومتری زمین قرار دارد، گرمای مناسبی را برای زیستن بر روی این کره فراهم آورده است.



▲ خشکی‌ها

حدود ۲۹/۴ درصد سطح زمین را سنگ کره (لیتوسفر) تشکیل می‌دهد، که شامل هفت قاره و تعدادی جزیره‌ی بزرگ و کوچک است. خشکی‌ها را معمولاً به زیستگاه‌های مختلفی چون جنگل، علفزار، بیابان و غیره تقسیم‌بندی می‌کنند.

▲ اقیانوس‌ها

اقیانوس‌ها حدود ۷۰/۸ درصد سطح زمین را با عمق متوسط ۳/۵ کیلومتر می‌پوشانند. آبکرة (هیدروسفر) علاوه بر اقیانوس‌ها که آب شور دارند، شامل رودها، دریاچه‌ها و یخچال‌ها و آب‌های زیرزمینی نیز می‌شود. که آب آن‌ها شیرین است؛ اما مقدار این آب‌ها از یک درصد مجموعه بیشتر نیست.

▲ اتمسفر

اتمفر (هوا کره)، لایه‌ای گازی به ضخامت حدود ۷۰۰ کیلومتر است که اطراف زمین را احاطه می‌کند. اتمسفر شامل نیتروژن (۷۸ درصد)، اکسیژن (۲۱ درصد) و مقدار اندکی از گازهای دیگر است. مقدار متغیری بخار آب نیز در هوا وجود دارد که بخشی از آن ابرها را تشکیل می‌دهد.

زیستکره

زیستکره قسمتی از زمین است که مواد لازم برای حیات را در بردارد. این قسمت از بستر اقیانوس تا بالای تروپوسفر (اولین لایه‌ی اتمسفر) را شامل می‌شود. جانداران ذره‌بینی می‌توانند در درون پوسته زندگی کنند؛ اما بیشتر موجودات زنده از چند صدمتری عمق آب اقیانوس‌ها تا حدود یک هزار متری بالای سطح دریا زندگی می‌کنند.

منطقه‌ی زیستی

لایه‌ی نازکی از گاز آزون در طبقات بالای اتمسفر وجود دارد. این لایه، جلوی ورود مقدار زیادی از پرتوهای زیان‌آور فرابنفش خورشید را به سطح زمین می‌گیرد، اما نور مرئی، یعنی نوری که می‌بینیم، از این لایه می‌گذرد. گازهای دیگر موجود در اتمسفر (به ویژه دی اکسید کربن) از بازگشت اشعه‌ی گرمایی خورشید به فضا جلوگیری می‌کنند و در نتیجه، محیط زمین را برای جانداران گرم نگه می‌دارند.

نور مرئی
از لایه‌ی آزون می‌گذرد
خورشید
پرتوی خورشید

لایه‌ی آزون
از شدت پرتوهای
فرابنفش می‌کاهد

بالاترین مرز حیات

بستر اقیانوس

پایین‌ترین
مرز حیات



جیمز لاواک

انگلیسی، ۱۹۱۹-

دانشمند محیط‌شناس

جیمز لاواک معتقد است که

سیاره‌ی زمین را باید همانند یک موجود زنده‌ی کامل در نظر گرفت و نامش را هم گایا (برگرفته از نام الهه‌ی یونانی زمین) نهاده است. نظریه‌ی گایا می‌گوید، خود زمین می‌تواند شرایط لازم را برای زندگی متعادل جاندارانش فراهم آورد و این شرایط شامل ترکیب هوا، شیمی اقیانوس‌ها و دمای سطح زمین است.



▲ روش‌های مطالعه

ماهواره‌ها اطلاعات مختلف از ماهیت جریان‌های دریایی تا کانی‌های پنهان در زیر پای ما را در اختیار ما می‌گذارند. استفاده از فناوری‌هایی چون رادار و سونار، دانش ما در باره‌ی زمین را متحول کرده است. برخی از زمین‌شناسان هم بر روی زمین کار می‌کنند و به جمع‌آوری اطلاعات و نمونه برداری از ابرها، سنگ‌ها، دهانه‌های برخوردی، گدازه‌های آتش‌فشان‌ی و لایه‌های زیرین یخ یخچال‌ها می‌پردازند.

▲ علوم زمین

یک هواشناس بالونی را در قاره‌ی جنوبگان به منظور جمع‌آوری اطلاعات دریاره‌ی وضع هوا به آسمان می‌فرستد. هواشناسی یکی از شاخه‌های علوم زمین است. در این علوم، خاصه‌های فیزیکی زمین، از قطره‌های باران تا رودها و سنگ‌ها مطالعه می‌شوند. سنگ‌شناسی، آب‌شناسی و بوم‌شناسی نیز از شاخه‌های همین علم به‌شمار می‌آیند.

▲ یخ و برف

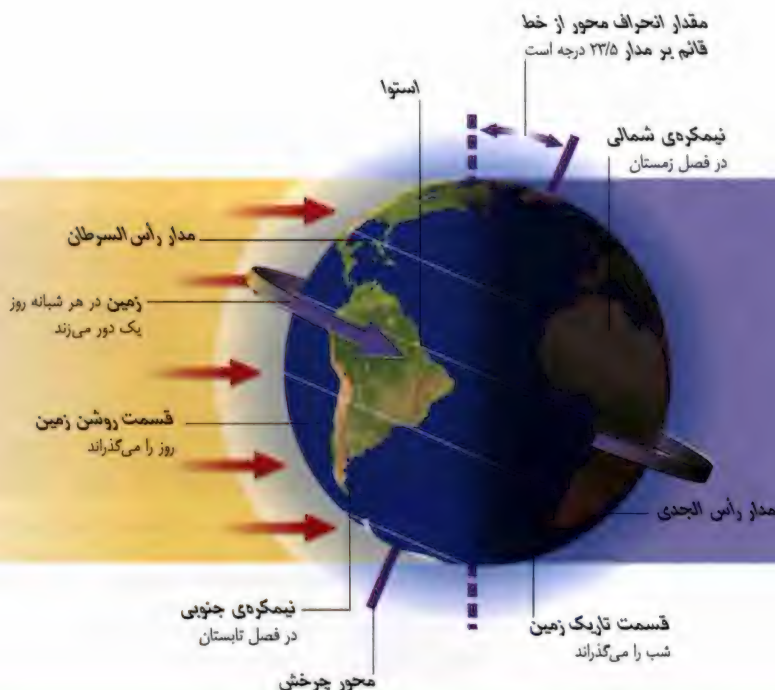
کره‌ی منجمد (کریوسفر) شامل برف و یخچال‌های موجود در قله‌ی کوه‌ها، سطح اقیانوس‌ها و پهنه‌های یخی وسیع موجود در گرینلند و قاره‌ی جنوبگان است. در گذشته و عصرهای طولانی یخبندان، در مقایسه با امروز، بیشتر سطح قاره‌ها را یخ و برف می‌پوشاند.

محور

زمین ممکن است زیر پای ما ساکن به نظر آید، اما در واقع، در همان حال که در مدار خود به دور خورشید می‌گردد، مانند قرفره به دور خود نیز می‌چرخد. این نوع چرخش، که هر ۲۴ ساعت یک بار انجام می‌گیرد، به دور محوری فرضی است که از دو قطب شمال و جنوب و مرکز زمین می‌گذرد. محور زمین نسبت به سطح مدار آن به دور خورشید، قائم نیست و به اندازه‌ی $23\frac{5}{8}$ درجه انحراف دارد. در نتیجه، زاویه بین هر نقطه از سطح زمین با پرتوی خورشید در طول سال تغییر می‌کند که موجب پیدایش فصل‌های مختلف و تغییرات طول شب و روز در مناطق مختلف زمین است. این تغییرات، در مناطق قطبی، که از استوا دورترند، محسوس‌تر است.

▲ روز و شب

در همان حال که زمین دور محور خود می‌چرخد، نیمی از آن که در برابر آفتاب قرار می‌گیرد، روز و طرف تاریک زمین، شب خواهد بود. زمین رو به مشرق می‌چرخد. بنابر این، خورشید و ستاره‌ها همیشه از همین سمت طلوع می‌کنند. وجود انحراف محور چرخش زمین سبب می‌شود که در هر زمان یک نیمکره (شمالی یا جنوبی) رو به خورشید قرار می‌گیرد و فصل تابستان را می‌گذراند. عکس این حالت برای نیمکره‌ی دیگر وجود دارد.



ساختار زمین

زمین کره‌ی عظیمی از سنگ و فلز است. بخش سنگی و سطحی زمین، که روی آن زندگی می‌کنیم، لایه‌ی نازکی به نام پوسته است که در زیر قاره‌ها ضخیم و در زیر اقیانوس‌ها نازک‌تر است و فقط چند کیلومتر قطر دارد. در زیر پوسته، دو لایه‌ی دیگر به نام‌های گوشته و هسته قرار دارند که بر روی هم شعاع زمین (۶۳۷۰ کیلومتر) را تشکیل می‌دهند. زمین‌شناسان با مطالعه‌ی تغییراتی که در جهت و سرعت امواج زلزله‌ای که از درون زمین می‌آیند، به این ساختار پی برده‌اند. به نظر می‌رسد هسته‌ی زمین، **مگنتوسفر** (کره‌ی مغناطیسی) را پدید می‌آورد.



اندریا موهوروویچ
کروات ۱۸۵۷-۱۹۱۶

این زمین‌فیزیکدان (ژئوفیزیکدان)، متوجه شد که امواج زلزله وقتی به عمق حدود ۲۰ کیلومتری پوسته می‌رسند، سرعت بیشتری می‌یابند. او چنین نتیجه گرفت که در این عمق باید مرزی میان دو نوع ماده‌ی مختلف وجود داشته باشد. او این مرز را میان پوسته و گوشته زمین می‌دانست، که امروزه ناپوستگی موهوروویچ یا به اختصار، موهو نامیده می‌شود.

▼ تاریخچه‌ی پیدایش زمین

زمین حدود ۴۶۰۰ میلیون سال پیش تشکیل شد. زمین و اجزای دیگر موجود در منظومه‌ی شمسی از بقایای موادی تشکیل شده‌اند که خورشید را می‌سازد. سطح زمین در طول زمان تغییرات زیادی را به خود دید؛ که پیدایش قاره‌ها، اقیانوس‌ها، اتمسفر و حیات، از آن جمله‌اند.



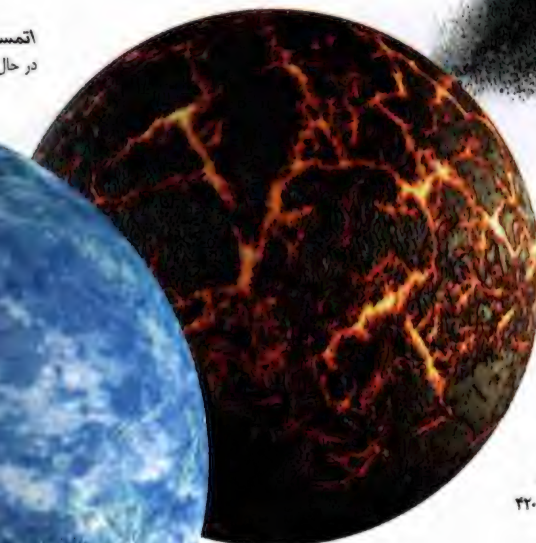
▲ تجمع

ذرات ریز سنگ، غبار و گازهایی که در فضا پراکنده بودند تحت تأثیر نیروی گرانشی که میان آن‌ها به وجود آمد، دور هم جمع شدند و طبق همین فرایند در طول میلیون‌ها سال کره‌ی زمین شکل گرفت.

▲ گرم و سرد شدن

فشار عظیم در هسته‌ی زمین گرمای زیادی را به وجود آورد که سنگ‌ها را درون هسته به حالت مذاب و خمیری درآورد. تا صدها میلیون سال، سطح زمین توسط شهاب سنگ‌هایی که از فضا می‌آمدند، بمباران می‌شد. حدود ۳۲۰۰ میلیون سال قبل، سطح زمین سرد شد و پوسته‌های جامد و سنگی شکل گرفت.

اتمسفر مه‌آلود
در حال تشکیل



نوارهای سنگی

محتوی اکسید آهن

لایه‌های رسوبی



▲ اقیانوس‌ها و اتمسفر

اتمسفر اولیه‌ی زمین شامل گازهای آتش‌فشانی بود که بارندگی‌هایی را سبب شدند. آبی که به این ترتیب تولید شد، از ۳۵۰۰ میلیون سال قبل به این طرف، کم کم اقیانوس‌ها را پدید آورد. هم‌زمان، قاره‌ها هم در حال تشکیل بودند. جانداران ساده‌ی ساکن اقیانوس‌های اولیه، اکسیژن تولید کردند و آن را به اتمسفر فرستادند.

زمین امروزی

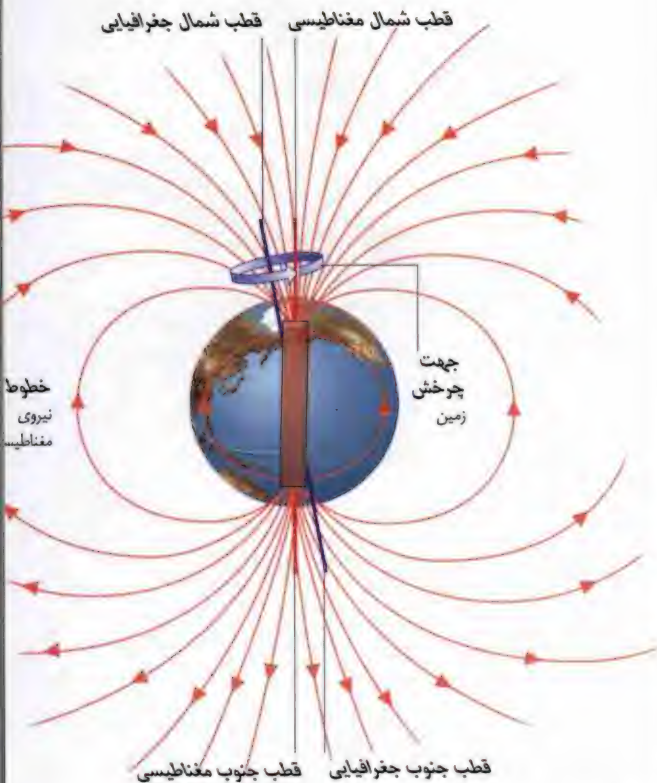
برش فرضی از کره‌ی زمین به دانشمندان نشان می‌دهد که جنس هسته، بیشتر از آهن و نیکل است، که در وسط جامد و در بخش بیرونی مذاب است. گوشته‌ی زمین از سنگ‌های خمیرمانند تشکیل شده و پوسته‌اش جامد است. داخل زمین هنوز بسیار داغ است. فرایندهایی چون حرکت ورقه‌های سازنده‌ی پوسته‌ی زمین و فعالیت‌های کوه‌زایی و فرسایشی، در حال تغییر دائم چهره‌ی زمین‌اند.

▲ دلیل وجود اقیانوس‌های قدیمی

نوارهای سنگی که در رشته کوه‌های همرسلی واقع در غرب استرالیا وجود دارند، قدمت حدود ۲۰۰۰ میلیون سال دارند. این سنگ‌ها شواهدی از تاریخچه‌ی زمین را در خود دارند. لایه‌لایه بودن آن‌ها نشان می‌دهد که باید در کف اقیانوس‌هایی با همین قدمت تشکیل شده باشند. در سنگ‌های قرمز اکسیژن وجود دارد که قاعدتاً توسط جانداران ساده و فتوسنتز کننده‌ی ساکن آن آب‌ها حاصل آمده است.

مگنتوسفر

در اطراف کره‌ی زمین میدان مغناطیسی بزرگی قرار دارد که ارتفاعش بر فراز زمین به حدود ۶۰ هزار کیلومتر می‌رسد و در مجموع، مگنتوسفر یا کره‌ی مغناطیسی نامیده می‌شود. این لایه، زمین را در برابر تشعشعات زیان‌آور خورشیدی محافظت می‌کند. قسمتی از بادهای خورشیدی که به صورت ذراتی از خورشید سرچشمه می‌گیرند و به اطراف پخش می‌شوند، وقتی به مگنتوسفر می‌رسند، جذب آن می‌شوند.



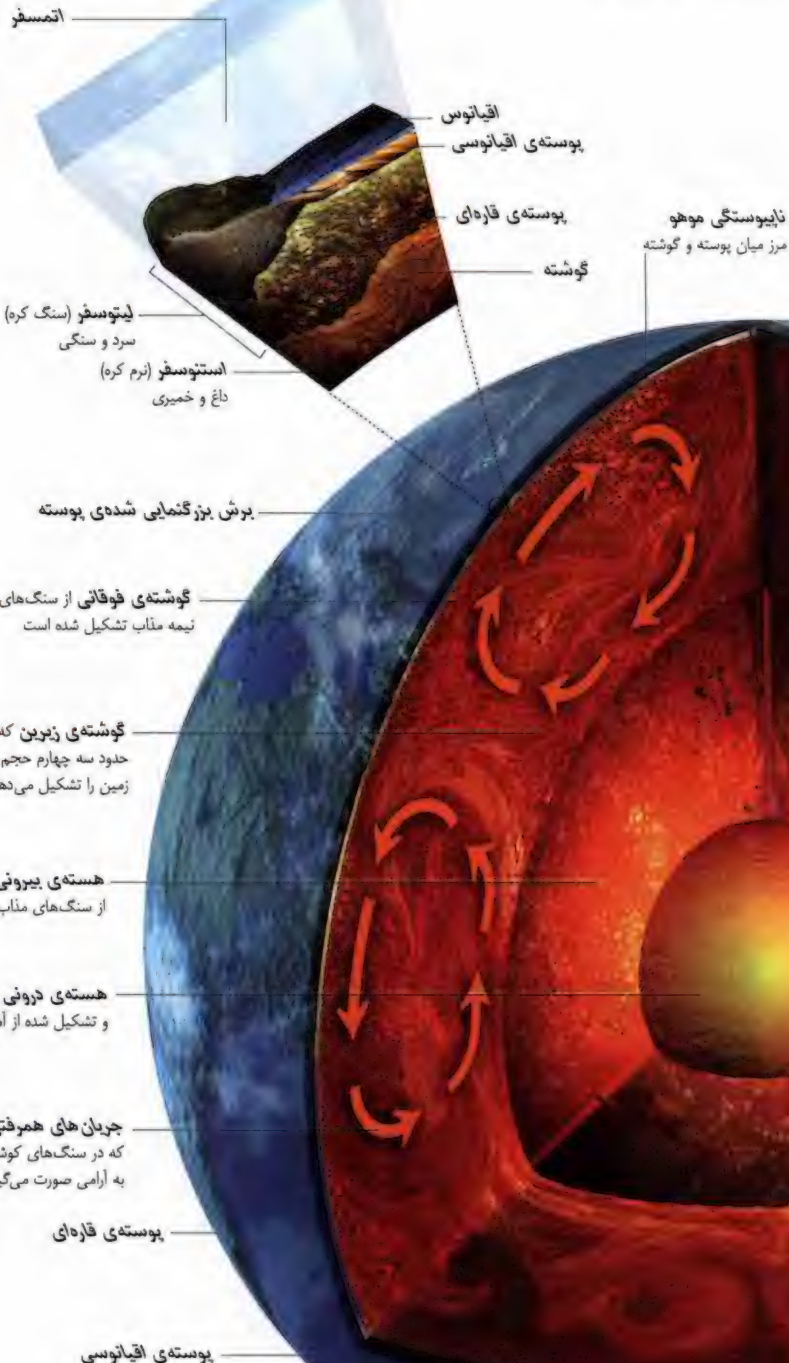
▲ میدان مغناطیسی زمین

در اطراف زمین هم مانند یک میله‌ی آهن‌ریا نوعی میدان مغناطیسی وجود دارد، طوری که به ظاهر چنین می‌نماید که آهنربای عظیمی در درون زمین و در جهت دو قطب آن قرار دارد. البته، بین قطبین مغناطیسی و جغرافیایی (محور زمین) زاویه‌ی کمی وجود دارد. دانشمندان عقیده دارند میدان مغناطیسی زمین حاصل وجود جریان‌های فلز مذاب موجود در هسته‌ی خارجی زمین است که گاه‌گاه جهت آن وارونه می‌شود و سپس دوباره به حالت اولیه برمی‌گردد.

ویلیام گیلبرت

انگلیسی، ۱۵۴۴-۱۶۰۳

گیلبرت پزشک مخصوص الیزابت اول، ملکه‌ی انگلیس بود. او نخستین کسی بود که متوجه شد کره‌ی زمین هم مانند یک میله‌ی آهن‌ریا، خاصیت مغناطیسی دارد. او این ادعای خود را با مقایسه‌ی جهت و مقدار انحراف عقربه‌ی قطب‌نما در محیط باز و قرار دادن آن در کنار کره‌ای که به شکل زمین ساخته شده و یک میله آهن‌ریا در درونش وجود داشت ثابت کرد.



▼ ساختار پوسته

ضخامت پوسته در زیر اقیانوس‌ها حدود ۷ کیلومتر است و از سنگ‌های جدیدتری در مقایسه با سنگ‌های سازنده‌ی پوسته تشکیل شده است. اما پوسته‌ی قاره‌ای بین ۲۵ تا ۹۰ کیلومتر ضخامت دارد. پوسته‌ی زمین بر روی بخش فوقانی گوشته، که خمیری شکل است، به حالت شناور قرار دارد و یکپارچه نیست، بلکه از چندین ورقه‌ی بزرگ تشکیل شده است که به آرامی نسبت به هم در حال جابه‌جایی‌اند.

زمین ساخت ورقی

دانشمندان عقیده دارند که پوسته‌ی خارجی زمین یکپارچه نیست و از مجموعه ورقه‌های عظیمی تشکیل شده که مانند اجزای جورچین در بریدگی کناره‌ها با هم هماهنگی دارند. به این قطعات ورقه‌های زمین‌ساختی می‌گویند. بر اساس نظریه‌ی زمین‌ساخت ورقی، که در دهه‌ی ۱۹۷۰ ارائه شد، این ورقه‌ها همانند قایق‌هایی بر روی ماده‌ی نرم و خمیری زیر خود به آرامی در حال جابه‌جایی هستند و قاره‌ها را نیز به همراه می‌برند. این ورقه‌ها در اصل، اجزای جدا شده‌ی یک **آبر قاره‌ی قدیمی** هستند.

پوسته‌ی شکاف خورده‌ی زمین

پوسته‌ی زمین، از ۷ ورقه‌ی عظیم و حدود ۱۲ ورقه‌ی کوچکتر تشکیل شده است. بسیاری از دانشمندان معتقدند که عامل به حرکت درآورنده‌ی ورقه‌ها، جریان‌های همرفتی آرامی است که در گوشه‌ی زمین صورت می‌گیرد. بعضی از ورقه‌ها در ضمن جابه‌جایی به هم نزدیک می‌شوند و به هم برخورد می‌کنند. برخی از کنار هم عبور می‌کنند و به هم می‌سایند و بعضی در حال دور شدن از یکدیگرند.



کلید راهنما	نام ورقه‌ها
۱ نزدیک شونده	۱ آمریکای شمالی
۲ دور شونده	۲ اقیانوس آرام
۳ لغزشی	۳ آفریقا
۴ نامعلوم	۴ آمریکای جنوبی
	۵ آفریقا
	۶ عربستان
	۷ اوراسیا
	۸ جنوبگان
	۹ هند و استرالیا

رشته میان اقیانوسی
محل خروج ماگما از
بستر اقیانوس

درازگودال در محل
برخورد دو ورقه‌ی اقیانوسی

تشکیل رشته کوه
در محل برخورد ورقه‌ی
اقیانوسی و قاره‌ای

جزایر مرجانی

دریای سرخ

گسل دگرشکلی
جایی که ورقه‌ها
در کنار هم می‌لغزند

آتش فشان‌هایی که بالای
نقطه‌ی داغ در بستر اقیانوس
تشکیل شده‌اند به شکل جزیره
سر از آب بیرون می‌آورند

گوشته‌ی داغ
و محل تشکیل
ماگما

توده‌ی ماگما
بالا می‌آید و نقطه‌ی
داغ را تشکیل می‌دهد

منطقه‌ی فرو رانش
حاشیه‌ی ورقه‌ی اقیانوسی
با فرو رفتن در گوشته داغ و مذاب می‌شود

مخزن ماگما
نرم کره یا بخش نرم بالای گوشته

لیتوسفر
سنگ کره (پوسته و بالاترین
لایه‌ی گوشته)

گسل‌های دورشونده

حاصل حرکات ورقه‌های سازنده‌ی پوسته در بعضی از نقاط، تشکیل گسل‌هایی است که در محل دریای سرخ نمونه‌ای از آن را مشاهده می‌کنیم. در این محل، دو ورقه‌ی آفریقا و عربستان در حال دور شدن از هم هستند و در نتیجه، مقداری ماگما (ماده‌ی مذاب) از درون زمین خارج می‌گردد تا شکاف پدید آمده را پر کند. بنابر این، در چنین محلی، پوسته‌ی جدیدی برای زمین تشکیل می‌شود و عرض دریای سرخ را زیادتر می‌کند. امروزه عرض این دریا حدود ۳۰۰ کیلومتر است، اما ممکن است روزی، همین دریا مبدل به اقیانوسی مشابه اقیانوس اطلس شود.

مرز میان ورقه آفریقا
و عربستان در محل دریای سرخ

جهت حرکت
ورقه آفریقا

جهت حرکت
ورقه‌ی عربستان

حد گسل

مرز ورقه‌ها

در جایی که دو ورقه‌ی سازنده‌ی پوسته و بخشی از گوشته‌ی فوقانی (که در مجموع لیتوسفر نام دارد)، از هم دور شوند، چنان که در کف اقیانوس‌ها این اتفاق می‌افتد، گفته می‌شود که بستر اقیانوس در حال گسترش است. اما در بعضی از کناره‌های اقیانوس‌ها که دو ورقه به هم نزدیک می‌شوند، یک ورقه به زیر ورقه‌ی دیگر فرو می‌رود و کناره‌ی آن در درون زمین ذوب می‌شود و از بین می‌رود.



آلفرد وگنر

آلمانی، ۱۸۸۰ - ۱۹۳۰

وگنر ژئوفیزیکدان و هواشناس، برای نخستین بار در سال ۱۹۱۵ نظریه‌ی جابه‌جایی قاره‌ها را عنوان کرد. او معتقد بود که قاره‌ها روزی به هم متصل بوده‌اند و وجود قاره‌ی واحد پانگه‌ا را نیز او عنوان کرد. وگنر در جزیره‌ی اسپیتزبرگن امروزی، فسیل سرخس‌های گرمسیری را یافت. این یافته نشان می‌داد که این جزیره‌ی سردسیری، باید روزی در منطقه‌ی گرمسیر قرار داشته باشد. البته، نظریه‌های وگنر، تا دهه‌ی ۱۹۶۰ مورد پذیرش بیشتر زمین‌شناسان نبود.

شکل کناره‌ی شرقی آمریکای جنوبی و کناره‌ی غربی آفریقا بسیار به هم شبیه است، طوری که می‌توانند مثل قطعات جورچین در یکدیگر قفل شوند. وجود شباهت‌های بسیار در نوع فسیل‌ها و جنس سنگ‌های سازنده‌ی دو کناره، از جمله شواهدی است که نشان می‌دهد در گذشته‌های دور، این قاره‌ها به هم متصل بودند و اجزای یک قاره‌ی بسیار بزرگ به نام پانگه‌ا را تشکیل می‌دادند که بعدها تجزیه شد و چند قاره‌ی کوچکتر را پدید آورد.

۲۵۰ میلیون سال پیش قاره‌ها اجزای پانگه‌ا را تشکیل می‌دادند



پانگه‌ا

حدود ۲۵۰ میلیون سال پیش، ورقه‌های سازنده‌ی پوسته‌ی زمین کنار هم قرار داشتند و قاره‌ی بسیار بزرگ و واحدی به نام پانگه‌ا (به معنای همه‌ی خشکی‌ها) را تشکیل می‌دادند. این خشکی را اقیانوس وسیعی به نام پانتالاسا احاطه می‌کرد. اما سر انجام، حدود ۱۰۰ میلیون سال پیش، پانگه‌ا شروع به تجزیه شدن کرد.

تتیس

۱۶۵ میلیون سال پیش قاره‌ها آرام آرام از هم دور شدند



جابه‌جایی قاره‌ها

شاخه‌ای از دریای قدیمی تتیس با نفوذ در میان پانگه‌ا، آن را به دو نیمه کرد که یک نیمه‌ی خشکی واقع در نیمکره‌ی شمالی بود، و نیمه‌ی دوم قاره‌های واقع در نیمکره‌ی جنوبی امروزی را شامل می‌شد.

امروزه

قاره‌ها همچنان در حرکتند



قاره‌های امروزی

با ادامه‌ی جابه‌جایی ورقه‌ها، آن دو قطعه‌ی خشکی بزرگ هم تجزیه شدند و قاره‌های امروزی را پدید آوردند که به آرامی در جایگاه امروزی خود قرار گرفتند. سرعت جابه‌جایی قاره‌ها نسبت به یکدیگر حدود چند سانتیمتر در سال است.



زمین ساخت ورقی
tectonics

گسترش بستر اقیانوس

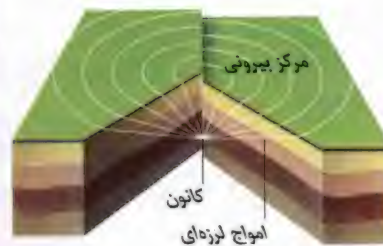
رشته کوه‌های کف اقیانوس‌ها به مراتب بلندتر و طولانی‌تر از کوه‌های روی خشکی‌ها است. در محل این رشته کوه‌های اقیانوسی، ورقه‌ها در حال دور شدن از یکدیگرند و از شکاف‌های موجود در بستر اقیانوس، ماگما خارج می‌شود. نمونه‌ی سنگ‌هایی که در دهه ۱۹۶۰ از بستر اقیانوس اطلس برداشته شد، نشان داد که جوان‌ترین سنگ‌ها به مرکز این رشته‌ی میان اقیانوسی نزدیکند و آن‌هایی که قدیمی‌ترند رو به دو طرف و دورتر از مرکز قرار دارند. با تشکیل سنگ‌های جدید، سنگ‌های قدیمی‌تر به دو طرف رانده می‌شوند و در نتیجه، بستر اقیانوس گسترش می‌یابد.

شکاف میان اقیانوسی

در محل رشته‌ی میان اقیانوسی، که دو ورقه‌ی مجاور از هم دور می‌شوند، شکافی مانند آنچه در این تصویر (کف اقیانوس آرام) مشاهده می‌شود، در بستر اقیانوس پدید آمده است. آب دریا که از طریق این شکاف به درون زمین نفوذ می‌کند، تحت تأثیر ماگمای در حال بالا آمدن داغ می‌شود، کانی‌هایی را در خود حل می‌کند و به صورت دود تیره‌ای از بستر بالا می‌آید. سخت‌پوستان ساکن این حوالی، از جانداران ذره‌بینی فراوان ساکن این محیط تغذیه می‌کنند.

زمین لرزه

زمین لرزه حاصل حرکات ورقه‌های زمین‌ساختی بزرگی است که پوسته را تشکیل می‌دهند. علم مطالعه‌ی زمین لرزه را **لرزه‌شناسی** می‌گویند. محل وقوع بیشتر زمین لرزه‌ها در امتداد **گسل‌هایی** است که در مرز میان ورقه‌ها قرار دارند. در هر دقیقه، جایی از سطح زمین می‌لرزد، اما بیشتر این لرزش‌ها چنان خفیف هستند که کمتر کسی متوجه آن‌ها می‌شود. زمین لرزه‌های بزرگ، ساختمان‌ها و جاده‌ها را ویران می‌کنند.



▲ امواج لرزه‌ای

با حرکاتی که در ورقه‌ها صورت می‌گیرد، سنگ‌های موجود در محل، زیر فشار قرار می‌گیرند و زمانی که فشار وارده زیاده‌تر از حد تحمل شود، سنگ‌ها می‌شکنند و جابه‌جا می‌شوند. امواج لرزه‌ای از محل ایجاد زلزله در درون زمین، که مرکز درونی (کانون) نامیده می‌شود، دایره‌وار رو به همه طرف منتشر می‌شوند. نزدیک‌ترین نقطه‌ی سطح زمین به کانون، که به مرکز بیرونی معروف است، بیشترین خرابی‌ها را دارد.

► ساختمان‌های ضد زلزله

زلزله‌های بزرگ چندین هزار نفر را می‌کشند. بیشتر کشته‌ها مربوط به ریزش ساختمان‌هایی است که استحکام کافی ندارند. در محل‌های زلزله‌خیز، ساختمان‌ها را می‌توان طوری بنا کرد که لرزش‌های شدید نیز به آن‌ها آسیبی نرسانند. این ساختمان بلند و هرمی شکل، دارای اسکلتی مثلثی از جنس فولاد و بتون است.



مناطق زلزله‌خیز زمین

زلزله ممکن است در هر جایی از زمین رخ دهد، اما محل بیشتر آن‌ها در مرز میان ورقه‌هاست. این نقشه نشان می‌دهد که رابطه‌ی نزدیکی میان محل وقوع زلزله‌ها و حاشیه‌ی ورقه‌ها وجود دارد. به ویژه، در مرزهای ورقه‌ی اقیانوس آرام، تعداد زلزله‌ها از هر جای دیگر زمین زیاده‌تر است. این محل را به سبب فراوانی آتش‌فشان‌ها، حلقه‌ی آتش هم نامیده‌اند.



● کانون‌های زلزله

▲ خرابی ناشی از زمین لرزه

کشور ژاپن، به کناره‌ی ورقه‌ای اقیانوس آرام نزدیک است. در این کشور، زلزله زیاد اتفاق می‌افتد. در روز ۱۷ ژانویه سال ۱۹۹۵، زلزله‌ی بزرگی شهر کوبه را ویران کرد و ۵۴۰۰ نفر را کشت. در این زمان، قسمت‌های بزرگی از بزرگراه معروف هان‌شین فروریخت و خودروهای در حال حرکت به هر طرف پرتاب شدند. به علت شکستن لوله‌های گاز و نفت و پاره شدن سیم‌های برق، آتش‌سوزی‌های بزرگی هم رخ داد. زلزله در محل‌هایی می‌تواند باعث بروز زمین لغزه، راه افتادن پهن، فعالیت آتش‌فشان‌ی و موج‌های عظیمی به نام سونامی در اقیانوس‌ها شود.



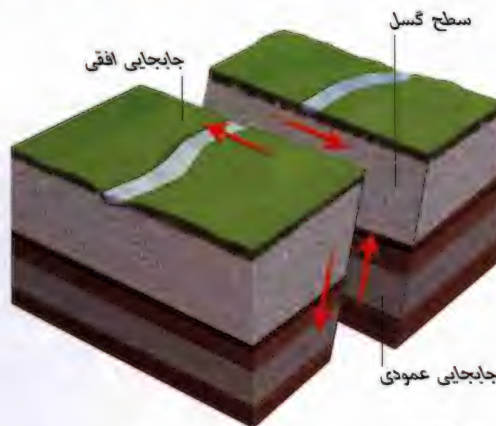
درختان ریشه‌کن می‌شوند

گسل عبارت از پیدایش شکاف عمیقی در لایه‌های سنگی است که علت اصلی آن هم حرکت ورقه است. در محل‌های فرورانش، یعنی جایی که دو ورقه به هم برخورد می‌کنند و یکی به زیر دیگری فرو می‌رود، زلزله‌ها کانون‌های عمیق دارند. در محل‌هایی هم که دو ورقه در امتداد هم می‌لغزند، زلزله‌هایی با کانون کم عمق اتفاق می‌افتد. در محل گسل، ممکن است مقدار جابه‌جایی لایه‌های سنگ فقط چند سانتیمتر باشد، اما این جابه‌جایی‌ها ممکن است در طول میلیون‌ها سال، زیاد شود و در گسل‌های حرکت قائم، به بیش از ۳۰ کیلومتر هم برسد.



خط گسل در الجزایر

این گسل در زمین‌های اطراف شهری به نام العنّام در کشور الجزایر و در طی دو زمین لرزه‌ای که در اکتبر سال ۱۹۸۰ در آنجا رخ داد، پدید آمد. در این سانحه، حدود ۸۰ درصد ساختمان‌های شهر خراب شد. در یک حرکت رو به بالای یک لایه در این گسل معکوس، قسمتی از زمین پیچ و تاب برداشت.



▲ گسل مایل

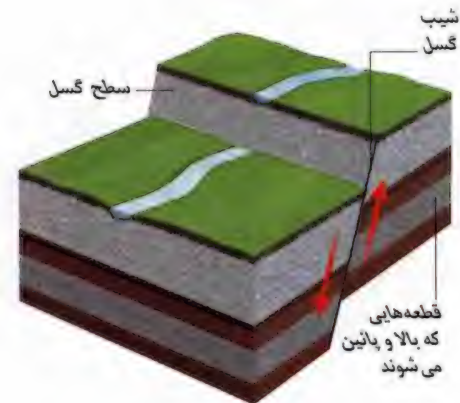
در یک گسل ضربه‌ای لغزشی، لایه‌ها با سایش به یکدیگر، به پهلوه‌ها می‌لغزند. گسل سن آندریاس در سواحل غربی آمریکای شمالی نمونه‌ای از این گونه گسل‌ها است. لایه‌ها در یک گسل مایل با سایش به یکدیگر از کنار هم می‌گذرند و در حرکت مورب خود جابه‌جایی عمودی هم دارند.



یک قطعه به روی قطعه مجاور می‌لغزد

▲ گسل معکوس

در گسل‌های معکوس، برخلاف گسل‌های عادی، به واسطه فشار یک لایه بر لایه‌ی دیگر، جابه‌جایی عمودی همراه با فشار است و لایه‌ها بر روی همدیگر می‌لغزند. در این گسل‌ها اگر شیب گسل زاویه‌ی ۴۵ درجه یا کمتر داشته باشد، آن را گسل معکوس می‌گویند.



▲ گسل عادی

سنگ‌ها در دو طرف سطح گسل، بسته به زاویه‌ی سطح گسل، لغزش بالا به پایین یا پهلوی به پهلوی دارند. زاویه‌ای که سطح گسل با سطح افق تشکیل می‌دهد، به شیب گسل معروف است. در گسل‌های عادی یا معمولی، طبقات یک طرف سطح گسل، نسبت به طبقات طرف مخالف، در راستای سطح گسل به بالا یا پایین می‌لغزند.

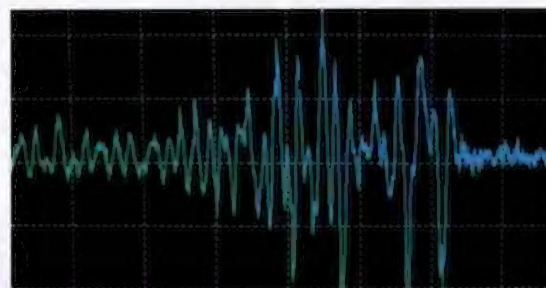
لرزه‌شناسی

لرزه‌شناسان، زمین لرزه‌ها را بررسی می‌کنند و به رفتار امواج زلزله‌ای می‌پردازند که از درون زمین می‌گذرند. هدف آنان همچنین بررسی ساختمان درونی زمین است. ابزارهایی به نام لرزه‌نگار، شدت امواج زلزله را اندازه می‌گیرند. بزرگی یک زمین لرزه را می‌توان از روی دامنه‌ی این امواج، در مقیاس ریشتر، یا مقدار خرابی‌های حاصل، در مقیاس مرکالی، تعیین کرد. جلوی بروز زلزله را نمی‌توان گرفت و هنوز روش مطمئنی برای پیش‌بینی آن نیز پیدا نشده است.



▲ ردیابی لرزش‌ها

در نقطه‌ای از ایالت کالیفرنیه‌ی آمریکا، برای ردیابی لرزش‌های بسیار خفیف زمین در امتداد گسل بزرگی که در این ایالت وجود دارد، از لیزر استفاده می‌شود. معمولاً قبل از بروز زلزله‌های شدید، این قبیل لرزش‌های خفیف اتفاق می‌افتند. با استفاده از این امواج مقدار جابه‌جایی سنگ‌ها در امتداد سطح گسل نیز با دقت بسیار اندازه‌گیری می‌شود.



لرزه نگاشت

این امواج مربوط به زلزله‌ی شهر کوبه در ژاپن است و یک دستگاه لرزه‌نگار آن‌ها را ثبت کرده است. در این دستگاه، وزنه‌ی سنگینی که مستقل از حرکت زمین رفتار می‌کند، قلمی را بر روی کاغذی که دور استوانه‌ای پیچیده شده و همواره در حال دوران است، ثابت نگه می‌دارد. در لحظات بروز زلزله، استوانه و کاغذ به حرکت در می‌آیند، اما قلم و وزنه، ساکن می‌مانند و در نتیجه، امواج توسط قلم بر روی کاغذ رسم می‌شوند.

آتش فشان

آتش فشان به دهانه یا شکافی گفته می‌شود که در زمین پدید می‌آید و از محل آن، ماگما (سنگ‌های مذاب) به همراه گاز، خاکستر و قطعات سنگ جامد به بیرون فوران می‌کند. فعالیت‌های آتش فشانی را بیشتر در محل حاشیه‌ی ورقه‌های سازنده‌ی پوسته‌ی زمین می‌توان مشاهده کرد. حاصل این فعالیت‌ها ایجاد کوه‌هایی است که شکل مخروط آن‌ها بستگی به نوع فوران و ساختمان زمین در آن محل دارد. در اثر گرم شدن آب‌های زیرزمینی توسط ماگما، فعالیت هیدروترمال (گرمابی) رخ می‌دهد.

ابرهای دارای خاکستر، بخار آب و گاز به هوا می‌روند

توده‌ی گازه‌ای سمی

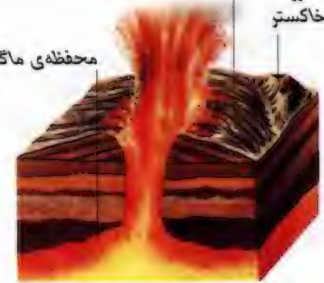
شکاف آتش فشانی

گدازه‌های سد شده

گدازه‌های روان، مخروط کم شیب را می‌سازند

مخروط خاکستر

محفظه‌ی ماگما



► مخروط سپری

ماگمایی که به سطح زمین می‌رسد، گدازه نامیده می‌شود. در آتش فشان‌های سپری شکل، چون گدازه‌ها حالت روان دارند، تا مسافت زیادی از محل دهانه دور می‌شوند و در نتیجه، مخروطی پهن و سپر مانند را پدید می‌آورند. ماگما، قبل از بالا آمدن و رسیدن به دهانه در محفظه‌ای در زیرزمین تشکیل می‌شود که به آن اتاق ماگما می‌گویند.

گدازه‌های غلیظ،

مخروط بلندی را می‌سازند

مجرای مرکزی



► مخروط گنبدی

این نوع مخروط‌ها زمانی تشکیل می‌شوند که گدازه‌های خارج شده از دهانه‌ی آن‌ها غلیظ باشد. چنین گدازه‌هایی به سرعت منجمد می‌شوند و مخروط گنبد مانند را پدید می‌آورند. با فوران‌های بعدی لایه‌های دیگری به این مخروط‌ها اضافه می‌شود. گاهی، فرو ریختن قسمتی از مواد اطراف دهانه، جریان‌های خطر آفرینی موسوم به پیروکلاستیک را به سمت دامنه به وجود می‌آورد که بسیار داغند، سرعت زیاد دارند و مخلوطی از گاز و مواد جامدند.

مخروط بلند حاصل از لایه‌های

متناوب خاکستر و گدازه

مجرای جانبی



► مخروط مرکب

چنین آتش فشان‌هایی از لایه‌های متناوب خاکستر و گدازه تشکیل می‌شوند. ماگمای غلیظ آن‌ها حالت روان ندارد و زیاد از دهانه دور نمی‌شود. در این قبیل کوه‌ها، معمولاً یک دامنه‌ی اصلی وجود دارد که در انتهای مجرای دودکش ماندنی که از اتاق ماگما آغاز می‌شود، قرار می‌گیرد. در اطراف این نوع کوه‌ها، معمولاً چند دامنه‌ی فرعی هم وجود دارد. آتش فشان دماوند از این نوع است.

▲ فعالیت کوه سنت هلن

کوه سنت هلن، واقع در ایالت واشینگتن آمریکا، در ماه مه ۱۹۸۰ با انفجار شدیدی فعال شد، قبل از فعال شدن هم مقدار زیادی گاز و ماگما اتاق زیرین را پر کرد و مخلوطی قابل انفجار پدید آمد که پوششی از گدازه جلوی خروجش را می‌گرفت. اما بروز یک زلزله امکان آزاد شدن این مخلوط را فراهم آورد و خاکستر و سنگ فراوانی از دهانه‌ی منفجر شده‌ی کوه، به صورت بهمن به سمت پایین سرازیر شد که تا ۴ روز ادامه یافت و ۵۷ نفر را کشت.

فعالیت‌های هیدروترومال

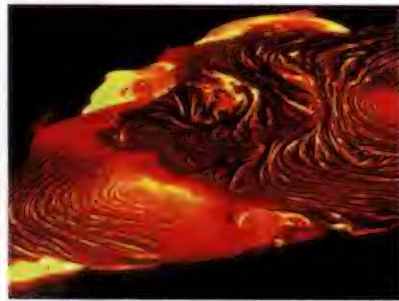
واژه‌ی هیدروترومال از دو کلمه‌ی یونانی هیدرو (آب) و ترومال (گرم) گرفته شده است. در محل‌های آتش‌فشان‌ی، از ترکیب آب و گرما در زیر زمین، نتایج جالبی حاصل می‌آید. در بستر بعضی از اقیانوس‌ها با ورود آب دریا به درون شکاف‌های موجود و آمیخته شدن آن با ماگمای داغ، ستون‌های دود مانند غلیظی از آب داغ تشکیل می‌شود که محتوی گازها و کانی‌های زیاد است. از جمله فعالیت‌های هیدروترومال بر روی زمین می‌توان به چشمه‌های آب داغ، آب‌فشان‌ها و گل‌فشان‌هایی اشاره کرد که در اطراف تفتان در بلوچستان و در آذربایجان نظایر آن‌ها را می‌توان یافت.

▶ گدازه‌ی پاهونه‌هونه

ماگما زمانی تشکیل می‌شود که قسمتی از سنگ‌های واقع در زیر یا درون پوسته ذوب می‌شوند و به سمت دهانه‌ی کوه آتش‌فشان به راه می‌افتند. این گدازه‌ها به شکل‌های مختلفی جامد می‌شوند که نوع روان آن‌ها پس از جامد شدن، سطحی صاف و صیقلی را پدید می‌آورد که گدازه هنوز در زیر آن حالت مایع دارد. مردم هاوایی به این گدازه‌ها که گاهی به شکل حلقه‌های طناب چین می‌خورند، «پاهونه‌هونه» می‌گویند.

▶ گدازه‌ی AA

این نوع گدازه، برخلاف نوع پاهونه‌هونه، سطح ناهمواری دارد که به سختی می‌توان بر روی آن راه رفت. این سنگ‌ها زمانی تشکیل می‌شوند که گدازه غلیظ و کم سرعت، ضمن منجمد شدن، از سطح ترک برمی‌دارد و کناره‌های تیزی می‌یابد. ارتفاع گدازه‌های نوع AA ممکن است تا ۱۰۰ متر هم برسد. این نام (با تلفظ آه آه) را نیز مردم هاوایی به این گدازه‌ها داده‌اند.



▲ بعد از فوران

در سال ۱۹۹۵، آتش‌فشان جزیره‌ی موت سورا فعال شد و تا چند سال به فعالیت خود ادامه داد. وقتی برف و باران با خاکستر و گدازه‌های آتش‌فشان‌ی آمیخته شود، گلی پدید می‌آید که با سرعت زیاد در شیب کوه به راه می‌افتد و روی همه چیز را در مسیر خود می‌پوشاند. نظیر این اتفاق در شهر پلیموت، در همان جزیره، رخ داد و لایه‌ای از گل به قطر ۲ متر همه جا را پوشاند. بیشتر ساکنان جزیره ناچار به ترک آن شدند.

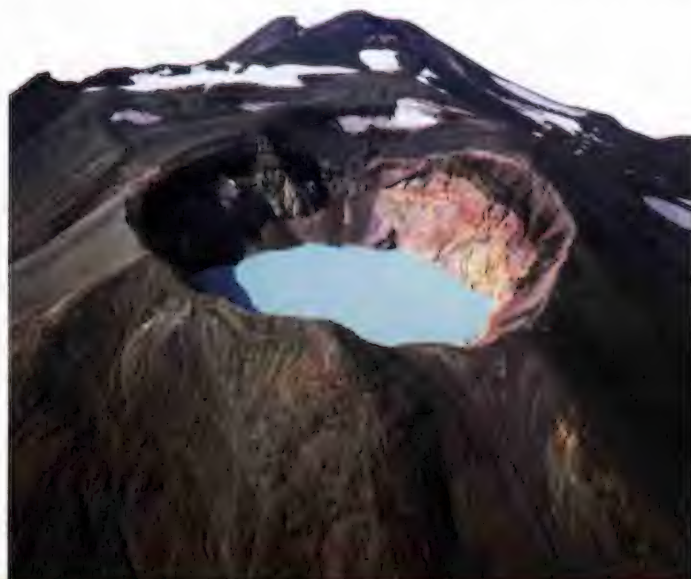
▲ قبل از فوران

قبل از سال ۱۹۹۵، جزیره‌ی کوچک موت سورا، در دریای کارائیب، جاذبه‌ی گردشگری زیادی داشت. آتش‌فشان واقع در این جزیره هم به مدت ۴۰۰ سال همچنان غیرفعال مانده بود. فعالیت‌های آتش‌فشان‌ی معمولاً خرابی‌های زیادی به بار می‌آورند و مزارع و غلزارها را در فاصله‌ی چند ساعت به زمین‌های بی‌مصرف و خشک تبدیل می‌کنند. با این حال، چون مواد آتش‌فشان‌ی در طول زمان تبدیل به خاک‌های زراعی حاصلخیزی می‌شوند، مردمان ترجیح می‌دهند که همچنان در دامنه این کوه‌ها ساکن باشند.



▶ دریاچه‌ی دهانه‌ای

آب درون این دریاچه واقع در شبه‌جزیره‌ی کامچاتکا در روسیه، به علت دارا بودن املاح مختلف آبی رنگ است. در دهانه‌ی بسیاری از کوه‌های آتش‌فشان، چنین فرورفتگی‌هایی به علت وقوع انفجار تشکیل می‌شود. گاهی نیز قسمتی از دهانه‌ی مخروط به درون اتاق ماگمای زیرین که خالی مانده، فرو می‌ریزد و حفره‌ای به نام کالدر را در قله‌ی کوه باقی می‌گذارد. بعدها آب باران در این حفره جمع می‌شود.

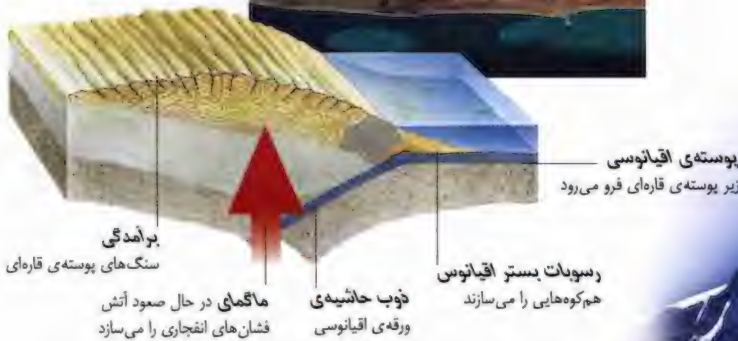


▲ آب‌فشان

این آب‌فشان در پارک معروف یلوستون آمریکا قرار دارد و آب داغ همراه با بخار را تا ارتفاع زیادی به آسمان می‌فرستد. آب‌فشان زمانی تشکیل می‌شود که آب در زیر زمین توسط سنگ‌های داغ اطراف، جوش بیاید. در این حال، مقدار زیادی بخار ایجاد می‌شود که با فشار خود، آب را از طریق سوراخ موجود، به سطح زمین می‌فرستد. با کم شدن فشار، این فوران هم تا تکرار مرحله بعدی، متوقف می‌ماند.

کوه‌زایی

زمانی که لایه‌های سنگی تحت تأثیر جنبش‌هایی که در ورقه‌های سازنده پوسته صورت می‌گیرد تحت فشار قرار گیرند، به سمت بالا رانده می‌شوند و کوه‌ها را پدید می‌آورند. این سنگ‌ها که تحت تأثیر فشارهای جانبی برجستگی می‌یابند، **چین خوردگی‌ها** و یا **کوه‌های گسلی** را تشکیل می‌دهند. البته، فوران‌های آتش‌فشانی هم کوه‌های مخروطی‌شکلی را به‌وجود می‌آورند. از زمان پیدایش زمین تاکنون، بارها رشته کوه‌هایی پدید آمده و سپس فرسایش یافته و از میان رفته‌اند.



▲ برخورد ورقه‌های نزدیک‌شونده

در جایی که دو ورقه‌ی سازنده‌ی پوسته به هم برخورد کنند، در حاشیه‌ی آن‌ها چین خوردگی‌هایی به وجود می‌آید. در محل برخورد ورقه‌ی اقیانوسی با ورقه‌ی قاره‌ای منطقه‌ی فرورانش تشکیل می‌شود. در این منطقه، ورقه‌ی نازک‌تر، اما سنگین‌تر اقیانوسی به آرامی زیر ورقه‌ی قاره‌ای قطورتر می‌رود و در نتیجه، چین خوردگی‌هایی در حاشیه‌ی ورقه‌ی قاره‌ای پدید می‌آید. لبه‌ی ورقه‌ی اقیانوسی هم در درون زمین ذوب می‌شود و ماگماهایی را ایجاد می‌کند که اگر به سمت سطح زمین بیایند، آتش‌فشان‌ها را می‌سازند.

رشته‌کوه‌های بزرگ زمین

رشته‌کوه‌های بزرگی چون آند، هیمالیا و آلپ در حاشیه‌ی دو ورقه‌ای به وجود آمده‌اند که به هم برخورد کرده‌اند. این رشته کوه‌ها که در فاصله‌ی چند صد میلیون سال گذشته تشکیل شده‌اند، جوان محسوب می‌شوند. در این نقشه، خطوط کم‌رنجی را هم می‌بینید که محل فعالیت آتش‌فشان‌های زیردریایی است. حاصل بعضی از این فعالیت‌ها، تشکیل جزایر آتش‌فشان‌ی بوده است.

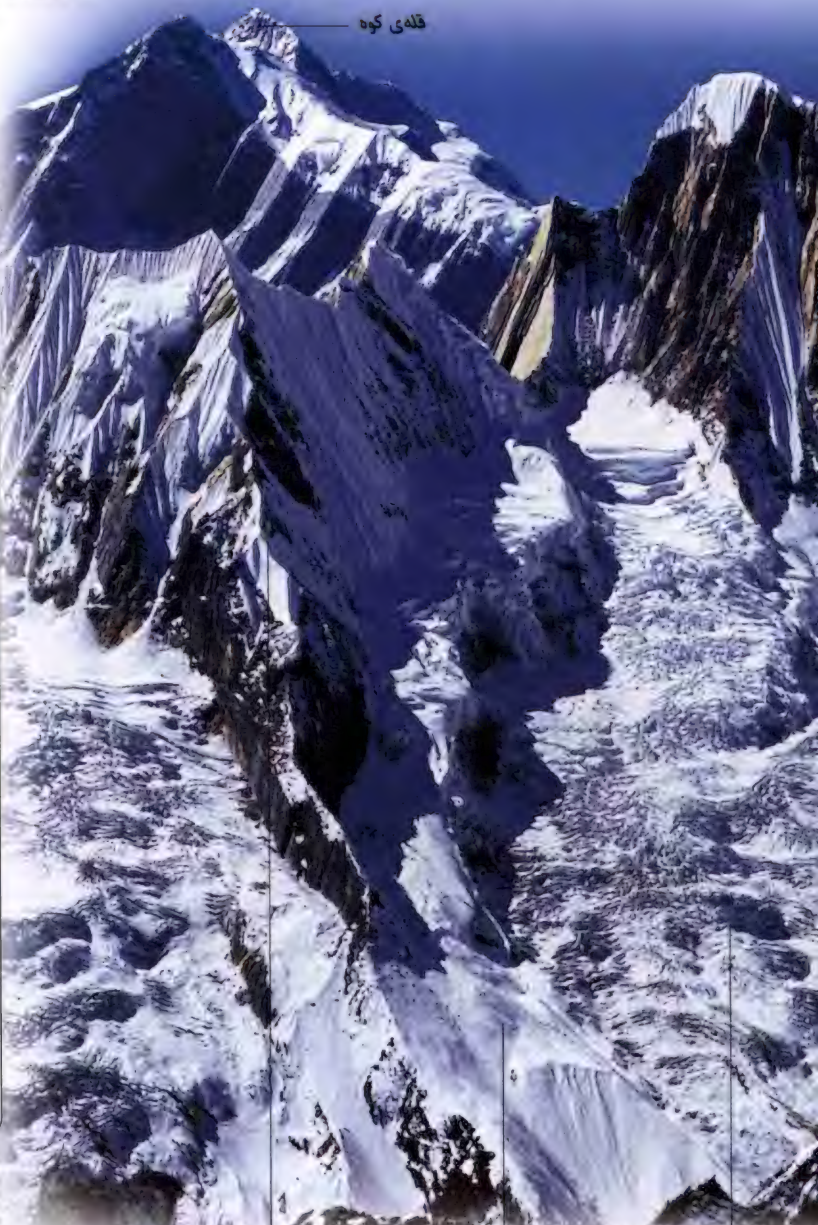


رشته‌کوه‌های اصلی

- | | | |
|----------|-------------|-------------|
| ۱ آلaska | ۶ اطلس | ۱۱ اورال |
| ۲ راکی | ۷ آلپ | ۱۲ تین شان |
| ۳ پالانی | ۸ دریکزنبرگ | ۱۳ هیمالیا |
| ۴ آند | ۹ آتیوی | ۱۴ استرالیا |
| ۵ پیرنه | ۱۰ قفقاز | |

► پیدایش هیمالیا

رشته کوه‌های چین خورده‌ی هیمالیا نتیجه‌ی برخورد دو ورقه‌ی هندوستان و آسیا است. ورقه‌ی هندوستان همچنان در حال فشار آوردن به ورقه‌ی آسیاست و تاکنون، فلات تبت را به ارتفاع بیش از ۵ کیلومتر بالا رانده است.



برآمدگی‌های نوک تیز
و دره‌های عمیق، حاصل فرسایش

قله‌ی آتاپورنا
در هیمالیا ۷۹۳۷ متر ارتفاع دارد

یخچال کوهستانی
بستر خود را می‌تراشد

تشکیل چین خوردگی

زمانی که از پهلوی و رو به داخل به لایه‌های رسوبی فشاری مداوم و آرام وارد شود، آن‌ها در طول زمان چین خوردگی می‌یابند. البته، سنگ‌ها هم مانند هر جسم جامدی، قابل فشرده شدن و کاهش حجم نیستند؛ بنابراین، با تحمل فشار یا تغییر شکل می‌دهند و یا خرد می‌شوند.

▼ لایه‌های چین خورده

معمولاً لایه‌های سنگی که چین خوردگی می‌یابند، از نوع رسوبی‌اند. این لایه‌ها بسته به قطری که دارند و مقدار فشاری که بر آن‌ها وارد می‌شود، به شکل‌های مختلفی چین می‌خورند و از حالت افقی اولیه در می‌آیند. چین خوردگی‌ها را اگر برآمده شده باشند تاقدیس و اگر فرو رفته باشند ناودیس می‌نامند.



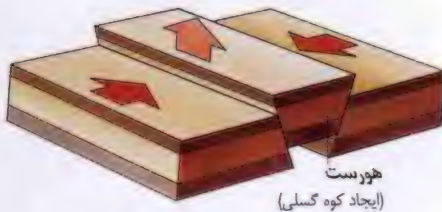
▲ سنگ‌های چین خورده

چین خوردگی‌ها را معمولاً در محل‌هایی می‌بینیم که فرایندهای فرسایشی یا جنبش‌های زمین آن‌ها را پدیدار کرده باشند. محل این چین خوردگی، غرب استرالیا است و قدمت آن را حدود ۳ میلیارد سال تعیین کرده‌اند و بنابر این جزو قدیمی‌ترین سنگ‌های روی زمین به حساب می‌آیند. نظیر این چین خوردگی‌ها را می‌توان به فراوانی در رشته کوه‌های البرز و زاگرس مشاهده کرد.



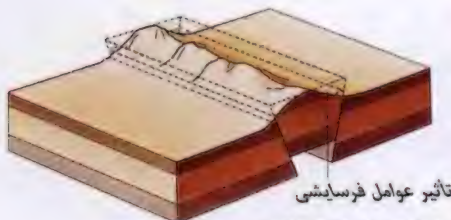
کوه‌های گسلی

کوه‌های گسلی زمانی تشکیل می‌شوند که لایه‌های سنگی در اثر فشاری که به آن‌ها وارد می‌شود شکسته شده و از حالت افقی در می‌آیند. به این قبیل شکستگی‌ها، گسل می‌گویند. توده‌های شکسته شده چون از زیر فشار آزاد می‌شوند، ممکن است نسبت به هم به بالا، پایین یا پهلوها بلغزند و حتی بر روی هم رانده شوند. ایجاد چنین تغییراتی در سنگ‌ها معمولاً به گذشت میلیون سال زمان نیاز دارد و در این مدت، لایه‌های سنگی کوه‌هایی به ارتفاع چند هزار متر را پدید می‌آورند.



▲ طرز تشکیل کوه گسلی

در این جا، لایه‌های سنگی از دو محل شکسته شده و سه قطعه را پدید آورده‌اند. در نتیجه‌ای تأثیر نیروهای درونی بر پوسته زمین، قطعه‌ای میانی برجستگی یافته و نوعی کوه را پدید آورده است که آن را هورست (کوهی با قله‌ی تخت و دامنه‌های پر شیب) می‌نامند.



▲ فرسایش یک کوه گسلی

بعد از پیدایش هر کوه، عوامل فرسایشی مختلف از قبیل آب، یخ و باد وارد عمل می‌شوند تا برآمدگی حاصل را تخریب کرده و مواد حاصل از آن را به درون فرو رفتگی‌ها ببرند. فرایندهای فرسایشی همواره مایلند با تخریب بلندی‌ها و پر کردن فرو رفتگی‌ها روی زمین را به سوی مسطح شدن پیش ببرند. در مقابل، عوامل و نیروهای درونی چون زلزله، آتش‌فشان و جنبش‌های کوه‌زایی، پوسته‌ی زمین را ناهموار می‌کنند. در هیچ زمانی نیز یکی از این دو نیروی مخالف بر دیگری پیروز نشده است.



▲ حوضچه‌ها و رشته کوه‌ها

در این تصویر، کوه‌های گسلی و مناطق نسبتاً مسطحی را می‌بینید. در میلیون‌ها سال پیش، بخش‌هایی از پوسته‌ی زمین تحت فشارهای مختلفی که به آن وارد می‌شد کشیدگی یافت، شکسته شده و از حالت افقی درآمد. قطعاتی به پایین لغزیدند و برخی بالا رفتند و کوه‌هایی را تشکیل دادند. برآمدگی‌ها در طول زمان فرسایشی یافتند و مواد حاصل از تخریب آن‌ها را آب‌ها شستند و به درون فرو رفتگی‌هایی بردند و در آن جا رسوب دادند.



کانی‌ها

کانی‌ها مواد تشکیل دهنده‌ی سنگ‌های پوسته‌ی زمین هستند. از بین هزاران کانی مختلف موجود، تنها تعدادی از آن‌ها نظیر کوارتز، فلدسپات و کلسیت در سنگ‌ها فراوانند. کانی‌های خالص، مانند طلا و مس فقط از یک عنصر تشکیل شده‌اند. کانی‌های مرکب، مانند کوارتز، دو یا چند عنصر در ترکیب خود دارند. بیشتر کانی‌ها ساختمان **بلوری** دارند و می‌توان آن‌ها را براساس ویژگی‌هایشان دسته‌بندی کرد.



ویژگی کانی‌ها

رنگ، جلا و شکل ظاهری

رنگ بلور کانی، شفافیت سطح آن (درخشندگی) و شکلی که مجموعه‌ای از بلورهای آن به‌وجود می‌آورند.

رنگ خاکی

رنگی که کانی پس از ساییده شدن بر یک تکه کانی بدون لعاب باقی می‌گذارد.

خ آتشفشانی

ترک‌های موجود در سطح کانی، که کانی به‌راحتی و با ضربه‌ی چکش در امتداد آن‌ها می‌شکند.

سختی

مقاومت کانی‌ها در برابر خراشیده شدن، که براساس مقیاس «موهس» از یک (طلق) بسیار نرم تا ۱۰ (الماس) بسیار سخت درجه بندی می‌شود.

شبکه‌ی تبلور

شکل هندسی خاصی که بلور کانی به‌وجود می‌آورد. شش شبکه‌ی بلور وجود دارد.

▶ تراس کلسیتی

این ایوان‌مانندهای سنگی و عجیب، که در اطراف چشمه‌های داغ و آتش‌فشانی پاماکول واقع در ترکیه قرار دارند، از کانی‌های کلسیت ساخته شده‌اند. به این نوع سنگ‌ها تراورتن گفته می‌شود. این پدیده‌ها هنگامی تشکیل می‌شوند که آب‌های زیر زمینی، پس از گرم شدن بر اثر مجاورت با سنگ‌های داغ، سنگ‌ها را در خود حل می‌کنند و سپس، به سطح زمین می‌رسند. هنگامی که آب به‌تدریج و قطره قطره از پرکه‌ای به پرکه‌ی دیگر می‌ریزد و بخار می‌شود، آهک موجود در آن به‌صورت تراورتن رسوب می‌کند. سنگ آهک نیز از کانی‌های گروه کلسیت است.

تیرگی بیشتر

در نوک بلور کوارتز بنفش

بلور هگزگونال
کوارتز بنفش



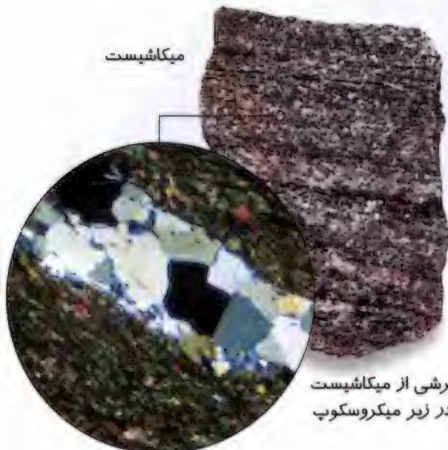
▲ تشخیص کانی‌ها

اگر کانی به‌صورت بلورهایی بزرگ در سنگ وجود داشته باشد (مانند این بلورهای آمتیست) تشخیص آن آسان است. در این حالت رنگ، جلا، شکل ظاهری و شبکه‌ی بلوری کانی واضح‌تر دیده می‌شود. آمتیست دارای رنگ بنفش، جلای شیشه‌ای، رنگ خاکی سفید، سختی ۷ در مقیاس موهس و بلورهای شش ضلعی است.

▼ کانی‌های سنگ‌ساز

کانی‌ها، اغلب به‌صورت دانه‌های بسیار ریزی در سنگ یافت می‌شوند. در این حالت، تشخیص کانی‌های موجود در سنگ، در مقایسه با هنگامی که آن‌ها به‌صورت بلورهایی بزرگ وجود دارند، دشوارتر است، زیرا این دانه‌ها اغلب بسیار کوچک و فاقد شکل‌های بلوری خاص هستند. یک روش برای مشاهده‌ی این گونه کانی‌ها، قرار دادن برش نازکی از سنگ، زیر میکروسکوپ در نور پلاریزه (قطبی شده) است. همان‌گونه که در تصویر زیر، در یک قطعه سنگ میکاشیست می‌بینید، کانی‌ها به رنگ‌های متفاوت ظاهر می‌شوند.

میکاشیست



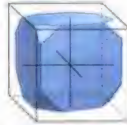
برشی از میکاشیست
در زیر میکروسکوپ

بلورها

کانی‌ها اصولاً متبلورند؛ یعنی اتم‌های تشکیل دهنده‌ی آن‌ها به شکلی منظم و هندسی در کنار هم قرار گرفته‌اند. با نگاه کردن به دانه‌های کانی موجود در سنگ‌ها، نمی‌توان متوجه این نظم شد، اما بلورهایی که آزاد رشد می‌کنند همیشه دارای شکلی هندسی با وجه‌های صافند. بلورها اغلب متقارنند. تمام بلورها در یکی از شش شبکه‌ی تقارن شکل می‌گیرند، که توجه به آن‌ها، به تشخیص کانی کمک می‌کند.

شبکه‌های بلور

مکعبی
نمونه‌ها: الماس، فلوئوریت، گالن، گرونا، طلا، نمک (هالیت)، مانیتیت، پیریت



اوترتوبیک (خطی)
نمونه‌ها: آراگونیت، باریت، سلسنتین، کریزد و بریل، الیوپن، گوگرد، توپاز



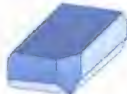
هگزاگونال، تریگونال
نمونه‌ها: بریل، کلسیت، گرافیت، هماتیت، کوارتز (مانند آمیتست)، یاقوت سرخ، یاقوت کبود، تورمالین



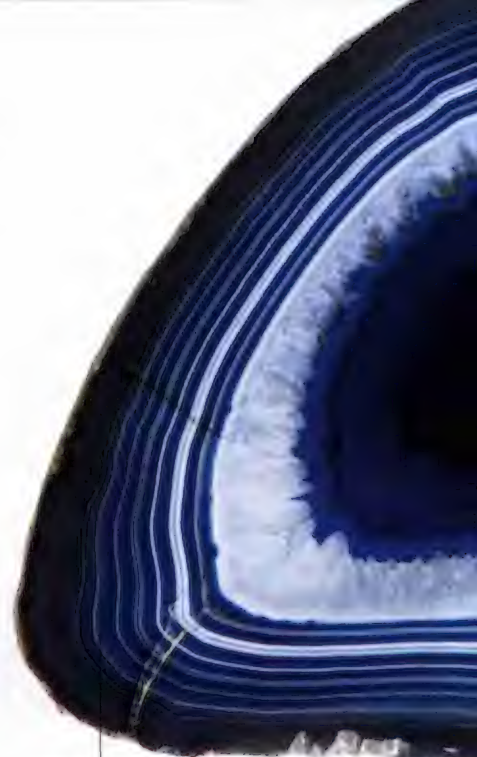
تتراگونال
نمونه‌ها: کاسیسیت (یک نوع اکسید قلع)، روتیل (یک نوع اکسید تیتانیوم) و سونیائیت زیرکن



تری کلینیک
نمونه‌ها: زمرد، کانولی‌ت، کیانیت، لایترائوریت، ولاستونیت



مونو کلینیک
نمونه‌ها: آزوریت، بوراکس، ژئپسوم، هورن‌بلند، ریتلاند مالاکیت، میکا و تالک



لایه‌های بلورهای آبی و سفید



گرونا یا تراش خورده (سنگ قیمتی)



بلورهای گرونا

▲ کانی‌های قیمتی

جواهرات، مانند گرونا، بلورهایی موجود در سنگ هستند، که در جواهرسازی از آن‌ها استفاده می‌شود. جواهرات خام (تراش نخورده) پیش از استفاده، تراش و صیقل داده می‌شوند. رنگ‌های زیبا، سختی و کمیابی این نوع کانی‌ها سبب شده است که آن‌ها را سنگ‌های قیمتی بنامند. الماس، یاقوت سرخ، یاقوت کبود و زمرد جزو گرانبه‌ترین جواهرات هستند.

▲ ژئودها

ژئود حفره‌ای ایجاد شده در یک تکه سنگ است که با لایه‌های هم مرکزی از کانی و بلور پر شده است. این ژئود عقیق، که برش و صیقل داده شده، طرحی زیبا با لایه‌هایی هم مرکز ایجاد کرده است. هنگامی که آب محتوی کانی‌های حل‌شده و به درون شکاف سنگ‌ها جریان پیدا می‌کند، لایه‌های بلور از بیرون به سمت داخل تشکیل می‌شوند. ژئودها اغلب در گدازه‌ها یافت می‌شوند.

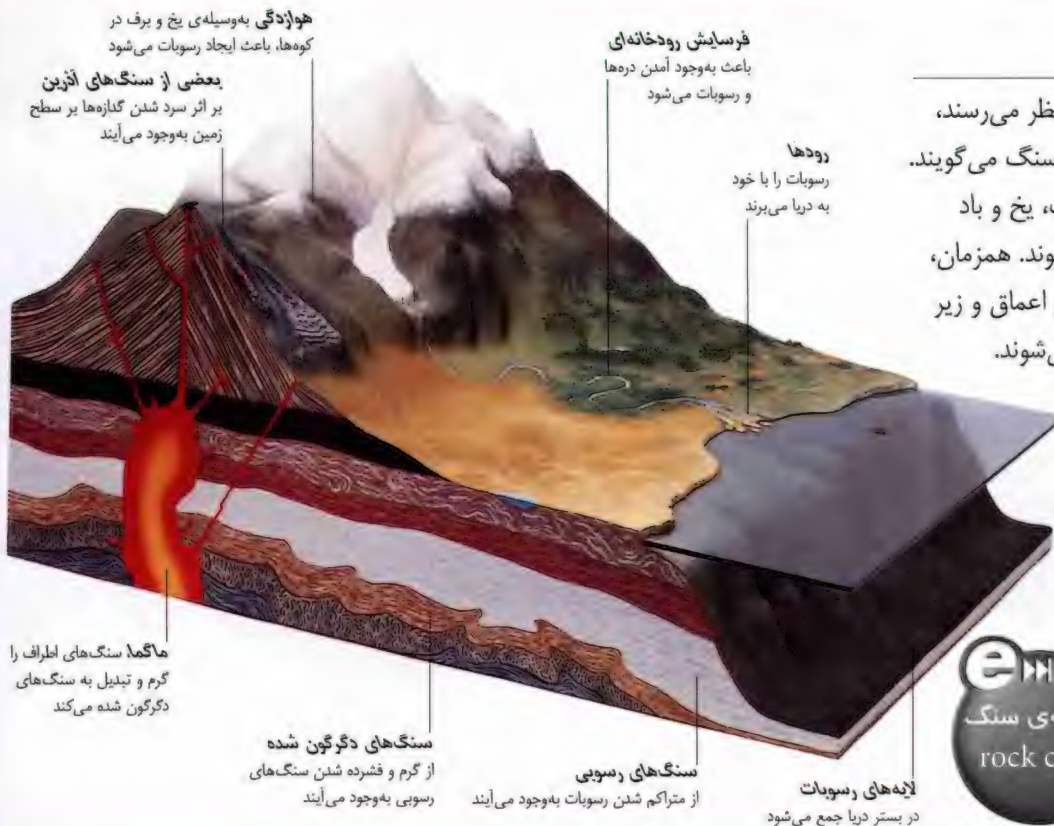
نیز نگاه کنید به ۹۹ جامدات ۱۲-۱۳ • عناصر ۲۲-۲۳ • آتش‌فشان‌ها ۲۱۲-۲۱۳ • سنگ‌ها ۲۱۸-۲۱۹

چرخه‌ی سنگ

سنگ‌هایی که به ظاهر در زیر پای ما ثابت به نظر می‌رسند، همواره در حال تغییرند. این فرآیند را چرخه‌ی سنگ می‌گویند. سنگ‌های موجود بر سطح زمین به وسیله‌ی آب، یخ و باد به تدریج متلاشی و تبدیل به مواد رسوبی می‌شوند. همزمان، نیروهای موجود در پوسته و گوشته‌ی زمین، در اعماق و زیر سطح زمین، باعث پیدایش سنگ‌های جدید می‌شوند.

چگونگی تشکیل سنگ‌ها

سنگ‌های قدیمی‌تر سطح زمین همواره تحت تأثیر فرسایش، خروج یا رانده شدن به درون پوسته‌ی زمین و یا ذوب شدن قرار دارند. چگونگی تشکیل سنگ‌های جدید به این صورت است که رسوبات متراکم می‌شوند و سنگ‌های رسوبی را به وجود می‌آورند، مagmaها سرد و جامد می‌شوند و سنگ‌های آذرین را پدید می‌آورند و حرارت و فشار، باعث ایجاد تغییر در سنگ‌های موجود در عمق زمین می‌شوند و آن‌ها را تبدیل به سنگ‌های دگرگون شده می‌کنند.



سنگ‌ها

پوسته‌ی زمین را لایه‌ای از سنگ‌های سخت پوشانده است. سنگ‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند: **رسوبی، آذرین، و دگرگون شده**. تقریباً همه‌ی سنگ‌ها از اجتماع کانی‌ها درست شده‌اند، اما سنگ‌های مختلف دارای ترکیب‌های متفاوتی از کانی‌ها هستند؛ برای مثال، گرانیت از کوارتز، فلدسپات و میکا تشکیل شده است. یک سنگ را می‌توان از روی رنگ، کانی‌های موجود در آن، اندازه‌ی دانه‌های کانی و بافت آن (چگونگی در کنار هم قرار گرفتن دانه‌های تشکیل دهنده‌ی غیر هم اندازه) تشخیص داد.

سنگ بستر
از لایه‌های سنگ رسوبی ساخته شده است

رسوبات ماسه‌ای
و سنگ ریزه‌ها، بر اثر فرسایش صخره‌ها به وسیله امواج، به وجود می‌آیند

سنگ بستر

به سنگ‌های سخت تشکیل دهنده‌ی پوسته‌ی زمین سنگ بستر گفته می‌شود. سنگ بستر را می‌توان در بعضی از سواحل (مانند تصویر مقابل) و در کوه‌هایی که بر اثر فرسایش تخریب شده‌اند، مشاهده کرد. فرسایش، سنگ بستر را متلاشی و تبدیل به تکه‌های کوچک می‌کند و خاک و رسوباتی (نظیر گل، ماسه و ریگ) حاصل می‌آورد که سنگ بستر را در بیشتر جاها می‌پوشانند. همین رسوبات ممکن است در آینده تبدیل به سنگ‌های رسوبی دیگری شوند.

سنگ‌های رسوبی

سنگ‌های رسوبی از ذرات رسوبی، مانند ماسه و رس یا اسکلت و صدف موجودات دریایی، تشکیل می‌شوند. هنگامی که لایه‌های رسوبات نرم زیر لایه‌های بالایی مدفون می‌شوند و تحت فشار قرار می‌گیرند، ذرات موجود در آن‌ها به تدریج به هم می‌چسبند و به شکل سنگ در می‌آیند. سنگ‌های رسوبی شیمیایی، نظیر سنگ چخماق، زمانی به وجود می‌آیند که کانی‌های حل شده در آب دوباره ته‌نشین شوند.



▲ **کنگلومرا**

کنگلومرا از قطعه سنگ‌های کوچک و بزرگ گرد شده که در ماده‌ای زمینه‌ای جایی گرفته‌اند تشکیل شده است. این سنگ هنگامی به وجود می‌آید که مواد آبرفتی را ماده‌ای سیعماند در بر می‌گیرد و به هم می‌چسباند.



▲ **گل سفید**

گل سفید سنگی نرم، سفید و متشکل از سنگ آهک دانه ریز است. این سنگ از بقایای موجودات ذره بینی دریایی که در قعر دریاها قدیمی ته‌نشین شده‌اند تشکیل شده است.



▲ **سنگ چخماق**

سنگ چخماق سخت است و هنگام شکستن لپه‌های تیز می‌یابد. این سنگ از سیلیس موجود در رسوبات بستر دریا تشکیل می‌شود و ممکن است گرهک‌هایی با شکل‌های نامنظم در آن به وجود آیند. سنگ چخماق اغلب به صورت نوارهایی در میان لایه‌های آهکی یافت می‌شود.



▲ **ماسه سنگ**

ماسه سنگ نوعی سنگ رسوبی است که از اجتماع ذرات ماسه درست شده است. این سنگ هنگامی به وجود می‌آید که دانه‌های ماسه توسط سیمانی از جنس آهک، سیلیس یا اکسید آهن به هم بچسبند.



▲ **سنگ آهک**

ترکیب اصلی سنگ آهک را کانی کلسیت تشکیل داده است. اما رنگ آن به علت وجود کانی‌های دیگر متغیر است. این سنگ، به عنوان فراوان‌ترین سنگ رسوبی، اغلب دارای قسپیل‌های گیاهی و جانوری است.



▲ **سنگ رس**

سنگ رس سنگی رسوبی و بسیار دانه‌ریز است. این سنگ در صورت خشک بودن، نرم و شکننده و هنگام خیس بودن، چسبنده است. خاک رس مدفون، به تدریج تبدیل به سنگ رس و شیل می‌شود.

ستون‌های بازالت

این ستون‌های واقع در کشور نامیبیا در آفریقا از بازالت ساخته شده‌اند. چنین سنگ‌هایی زمانی به وجود می‌آیند که گدازه‌ها از درون زمین خارج و سرد می‌شوند. بازالت که نوعی سنگ آذرین بیرونی است، در ضمن سرد شدن ترک می‌خورد و به شکل ستون‌هایی با کناره‌های صاف، سرد و منقبض می‌شود. بازالت فراوان‌ترین سنگ آذرین موجود در زمین است.

سنگ‌های آذرین هنگامی تشکیل می‌شوند که ماگما (سنگ‌های مذاب تشکیل شده در زیر پوسته‌ی زمین) سرد و سخت می‌شود. ماگما پس از خروج از محل‌های سست و ضعیف پوسته‌ی زمین، مانند شکاف‌ها، حرارت خود را از دست می‌دهد. سنگ‌های آذرین بیرونی هنگامی به وجود می‌آیند که ماگما پس از رسیدن به سطح زمین، به سرعت سرد شود. این فرآیند سرد شدن سریع، باعث به وجود آمدن سنگ‌هایی دانه‌ریز می‌شود. سنگ‌های آذرین درونی هنگامی به وجود می‌آیند که ماگما به آرامی و در زیر زمین سرد شود. در این صورت کانی‌های تشکیل دهنده‌ی سنگ، دانه درشت‌تر خواهند بود.



▲ گابرو

گابرو نوعی سنگ آذرین درونی سیاه یا خاکستری دانه درشت است. این سنگ که به آرامی و در اعماق زمین تشکیل می‌شود، دارای بلورهای درشت تیره و از اقسام سنگ‌های آذرین درونی است.



▲ پورفیریت

سنگ پورفیریت (که میکرودیوریت نیز نامیده می‌شود) نوعی سنگ آذرین درونی به رنگ خاکستری یا خاکستری تیره است. وجود بلورهای درشت (موسوم به پورفیریت)، در زمینه‌ای با دانه‌های ریز، علت خواندن این سنگ با این نام است.



▲ گرانیت

رنگ گرانیت بستگی به نوع کانی‌های موجود در آن دارد. در این گرانیت صورتی، دانه‌هایی از فلدسپات صورتی، کوارتز سفید و میکای سیاه دیده می‌شود. این سنگ بر اثر سرد شدن تدریجی ماگما در اعماق زمین به وجود می‌آید.



▲ افسیدین

نام دیگر افسیدین سیاه و براق، شیشه‌ی آتش‌فشانی است. هنگامی که گدازه‌های آتش‌فشانی چنان به سرعت سرد شوند که دانه‌های بلوری فرصتی برای تشکیل شدن نداشته باشند، این سنگ به وجود می‌آید.



▲ میگماتیت

میگماتیت مخلوطی از نوعی از سنگ دگرگون مانند شیبست یا گنایس تیره رنگ با سنگ آذرین رنگ روشنی مانند گرانیت است.



سنگ‌ها
rocks

سنگ‌های دگرگون شده

هنگامی که کانی‌های موجود در سنگ‌های موجود در اعماق زمین، در اثر حرارت و فشار، تغییر ماهیت دهند، سنگ‌های دگرگون شده به وجود می‌آیند. سنگ‌های حاصل از دگرگونی مجاورتی، زمانی به وجود می‌آیند که ماگما هنگام خروج از پوسته‌ی زمین، سنگ‌های مجاور را داغ می‌کند. سنگ‌هایی که بر اثر فشار بسیار زیاد موجود در اعماق زمین، لایه‌دار یا خرد می‌شوند، محصول دگرگونی ناحیه‌ای هستند. ویژگی‌های ظاهری سنگ‌های دگرگون شده، به سنگ مادر (سنگ اصلی) و چگونگی تشکیل آن‌ها، بستگی دارد.



▲ مرمر

حرارت و فشار موجود در پوسته‌ی زمین، سنگ آهک را تبدیل به مرمر می‌کند. سنگ مرمر در ساختمان‌سازی و مجسمه‌سازی بسیار کاربرد دارد. مرمر به رنگ‌های سفید تا صورتی، سبز و سیاه وجود دارد.



▲ گنایس

گنایس سنگی دگرگون شده و دانه درشت به رنگ خاکستری یا صورتی است، که در دگرگونی ناحیه‌ای، از سنگ آهک یا گرانیت حاصل می‌آید. لایه‌های موازی تیره و روشن کانی‌ها، چین‌هایی را روی سنگ به وجود می‌آورند.



▲ گارنت (گرونا) شیبست

در یک سنگ شیبست، طرح کلی بلورها را می‌توان اغلب با چشم غیرمسلح دید. نمونه‌ی بالا دارای بلورهای بزرگ گارنت (گرونا) است. شیبست‌ها اغلب دانه متوسط هستند و از دگرگونی شیل‌ها و گرانیت‌ها تشکیل شده‌اند.



▲ سنگ لوح

سنگ لوح دارای دانه‌های ریز و به رنگ خاکستری تیره یا سبز است. این سنگ به راحتی به ورقه‌های صاف شکسته می‌شود و در بعضی از کشورها از آن برای ساخت کاشی گف یا پوشش بام ساختمان‌ها استفاده می‌شود. سنگ اولیه‌ای که بعد از دگرگونی تبدیل به سنگ لوح می‌شود، شیل یا گل‌سنگ است.

فسیل‌ها

فسیل یا سنگواره، بازمانده یا بقایای جانوران و گیاهانی است، که در میان سنگ‌ها محفوظ مانده است. فسیل‌ها به شکل‌های گوناگون، مانند ردّ پا یا نقش‌های مبهمی از برگ، صدف و استخوان‌های جانوران یافت می‌شوند. فسیل‌ها، درباره‌ی چگونگی زندگی در زمان‌های گذشته و زمان پیدایش و انقراض گونه‌های مختلف موجودات، اطلاعاتی در اختیار ما قرار می‌دهند فسیل‌ها همچنین راهنمای تعیین سن سنگ‌هایی هستند که در میان آن‌ها یافت می‌شوند. بازمانده‌ی گیاهان و جانوران پس از دفن شدن در مواد رسوبی، که با گذشت زمان به سنگ‌های سخت و متراکم رسوبی تبدیل می‌شوند، به شکل **فسیل** در می‌آیند.

فسیل‌های کشف شده

این ستون مهره‌های فسیل شده‌ی یک دایناسور، در سنگ‌های نقطه‌ای واقع در غرب ایالات متحده کشف شده است. کارشناسان با مطالعه‌ی دقیق چنین فسیل‌هایی، می‌توانند بگویند که این استخوان‌ها متعلق به کدام گروه از دایناسورها است. بیشتر فسیل‌ها در میان لایه‌های رسوبی به‌وجود می‌آیند و گاه به‌طور اتفاقی، پس از ظاهر شدن سنگی که فسیل در آن تشکیل شده است، به سطح زمین می‌رسند. در بعضی از سنگ‌ها، فسیل‌های بیشتری یافت می‌شود.

ستون مهره‌های فسیل شده‌ی دایناسور



آمونیتی که از کانی پر شده است



انواع فسیل

به‌ندرت اتفاق می‌افتد که اعضای واقعی بدن گیاهان یا جانوران، هنگام فسیل شدن، دست نخورده بمانند. در مواردی، کانی‌ها جای خالی شده‌ی اعضای بدن آن‌ها را پر می‌کنند یا این که اعضا پوسیده می‌شوند و در نتیجه، حفره‌ای در جای آن‌ها پدید می‌آید که ممکن است سنگ‌ها یا کانی‌هایی این «قالب» را پر کنند. در برخی از فسیل‌ها تنها نشانی از یک جانور، مانند ردّ پا یا قالب خالی شده‌ی بدن آن یافت می‌شود.



فسیل شدن

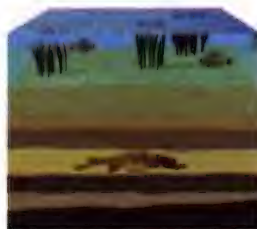
فرایند تبدیل بقایای گیاه یا جانور به سنگ را فسیل شدن می‌نامند. این فرآیند، هزارها یا میلیون‌ها سال به طول می‌انجامد. بقایای موجودات، تنها زمانی تبدیل به فسیل می‌شوند که پیش از پوسیده شدن، در مواد رسوبی و دور از عوامل تجزیه کننده دفن شوند. این اتفاق در بستر رودخانه و دریاها یا هنگامی روی می‌دهد که بدن جانور، پس از مرگ، کنار رودخانه‌ای گل آلود، در اثر طغیان آب دفن شود.

قسمت‌های سخت فسیل شده



ظاهر شدن فسیل

پس از میلیون‌ها سال و انجام حرکاتی در پوسته‌ی زمین، سنگ حاوی فسیل، به سطح زمین می‌رسد. با گذشت زمان، سنگ‌های روی فسیل فرسایش می‌یابند و فسیل را نمایان می‌کنند.



تتشکیل فسیل

رسوبات دفن شده به‌تدریج تبدیل به سنگ‌های رسوبی می‌شوند و کانی‌هایی که جای تمام یا قسمتی از اسکلت ماهی را پر کرده‌اند، شکل بدن آن را حفظ می‌کنند.



اسکلت مدفون

لایه‌ای از مواد رسوبی روی اسکلت رسوب می‌کند و آن را در بر می‌گیرد. بعدها مواد رسوبی بیشتری روی آن ته‌نشین می‌شود و اسکلت را عمیق‌تر دفن می‌کند.



تبدیل ماهی به اسکلت

بدن ماهی، پس از مرگ در بستر دریا یا رودخانه می‌افتد. جانوران دیگر، اعضای نرم بدن آن را می‌خورند و تنها اسکلت را باقی می‌گذارند.

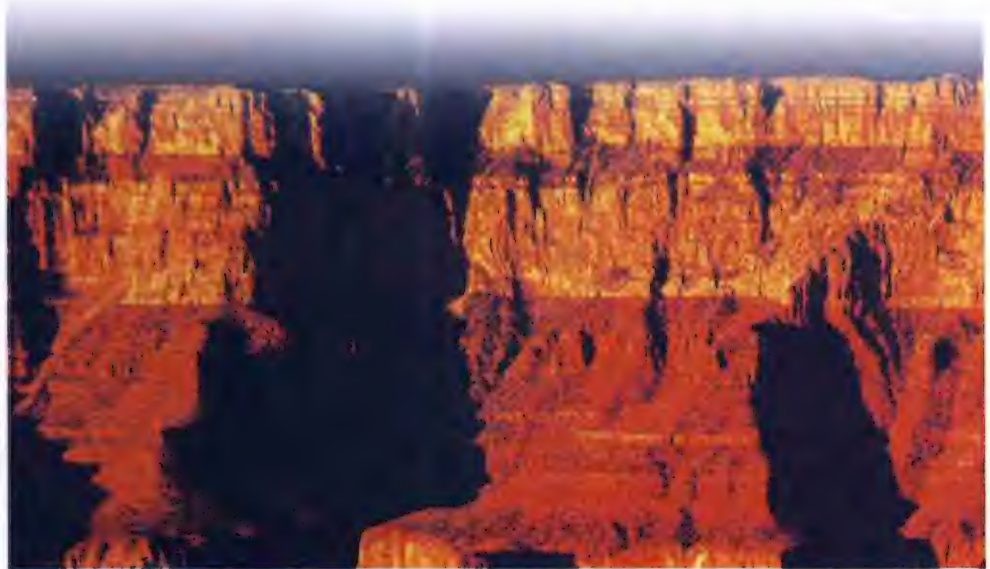


ویلیام اسمیت

انگلیسی، ۱۷۶۹ - ۱۸۳۹
ویلیام اسمیت پدر زمین‌شناسی انگلیس خوانده می‌شود. هنگامی که اسمیت به‌عنوان نقشه‌بردار مشغول کار بود، متوجه شد که لایه‌هایی از سنگ‌های رسوبی طبق نظم خاصی روی هم قرار گرفته‌اند و از روی نوع فسیل‌هایی که در آن دیده می‌شوند، می‌توان لایه‌هایی را با هم مطابقت داد. این یافته‌ها سبب شد که او اولین نقشه‌ی دقیق زمین‌شناسی انگلستان را رسم کند.

زمان در زمین شناسی

زمین شناسان (پژوهشگرانی که درباره‌ی سنگ‌ها مطالعه می‌کنند) زمان پیدایش زمین تا به امروز را به بخش‌هایی، به نام دوران و دوره، تقسیم کرده‌اند. در دوره‌های مختلف، گونه‌های متفاوتی از گیاهان و جانوران بر روی زمین زندگی کرده‌اند. برای مثال، دوره‌ی کرتاسه، که از ۱۴۶ میلیون تا ۶۵ میلیون سال پیش ادامه داشت، آخرین عصر زندگی دایناسورها بود. سن تقریبی بعضی از سنگ‌ها را می‌توان از روی فسیل‌های موجود در آن‌ها حدس زد. تاریخ تشکیل بعضی از سنگ‌ها را باید به روش رادیومتری تشخیص داد.



▲ چینه شناسی

در گراندکانیون، دره‌ی بزرگ و وسیع جنوب غربی ایالات متحده، لایه‌های مختلفی از سنگ‌های رسوبی که این دره در درون آن‌ها به وجود آمده، قابل مشاهده‌اند. سنگ‌هایی که در بالا قرار دارند، جدیدترین و سنگ‌های پایینی، قدیمی‌ترین لایه‌ها هستند. مطالعه‌ی لایه‌های سنگی مختلف را چینه‌شناسی می‌نامند. این مطالعات نشان می‌دهند که چگونه سنگ‌ها بیش از میلیون‌ها سال پیش به وجود آمدند و در محل پیدایش آن‌ها چه حوادثی روی داده است. برای مثال، مشخص می‌شود که این منطقه زیر دریا قرار داشته یا قسمتی از یک بیابان بوده است.



عمر سنجی به روش رادیومتری

عمرسنجی به روش رادیومتری، روشی برای اندازه‌گیری سن یک قطعه سنگ است. سنگ‌های آذرین دارای مقدار ناچیزی از مواد شیمیایی رادیواکتیو هستند. با قدیمی شدن سنگ، این عناصر به تدریج به عنصرهایی تجزیه می‌شوند که دیگر رادیواکتیو نیستند. با دانستن سرعت تجزیه‌ی عناصر و اندازه‌گیری مقدار عناصر حاصل از آن‌ها، می‌توان سن سنگ نمونه را محاسبه کرد.

عمرسنجی به روش آرگون-آرگون ◀

در عمرسنجی به روش آرگون-آرگون، مقدار دو نوع گاز آرگون موجود در یک سنگ نمونه، با استفاده از ابزاری به نام طیف سنج جرمی، اندازه‌گیری می‌شود. نوعی از این گاز، تنها هنگام تخریب رادیواکتیوی در سنگ‌هایی که قدیمی‌ترند وجود دارد. بنابراین با مقایسه‌ی مقدار هر یک از این دو نوع گاز در نمونه، می‌توان سن آن را مشخص کرد.



فسیل‌ها و تاریخچه‌ی زمین

دیرین‌شناسان در طول ده‌ها سال، تاریخچه‌هایی از فسیل‌های متعلق به زمان‌های مختلف زمین‌شناسی را تهیه کرده‌اند، که نشان می‌دهد گونه‌های مختلف گیاهی و جانوری در چه زمانی پدید آمده و فراوان شده‌اند. با استفاده از فسیل‌ها می‌توان سن سنگ‌های مختلفی را نیز که فسیل مربوطه در آن‌ها یافت شده، تعیین کرد. البته برای این کار، تطابق لایه‌های سنگی و توجه به نوع آن‌ها هم ضرورت دارد. در زیر، بعضی از فسیل‌ها و دوره‌ای که جانور یا گیاه مربوطه در آن می‌زیسته آورده شده است.

دوره‌ی کواترنر،
۱/۸ میلیون سال پیش تا امروز
دندان ماموت



دوره‌ی ترسیو،
۶۵/۵ تا ۱/۸ میلیون سال پیش
جمجمه‌ی ببر دندان خنجر



دوره‌ی کرتاسه،
۱۴۵/۵ تا ۶۵/۵ میلیون سال پیش
تیرانوزوروس، دایناسور گوشتخوار



دوره‌ی ژوراسیک،
۱۹۹/۶ تا ۱۴۵/۵ میلیون سال پیش
آرکئوپتریکس، قدیمی‌ترین پرنده



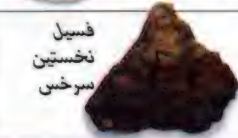
دوره‌ی تریاس،
۲۵۱ تا ۱۹۹/۶ میلیون سال پیش
جمجمه‌ی تراپسید (جناب پستانداران)



دوره‌ی پرمین،
۳۹۹ تا ۲۵۱ میلیون سال پیش
موزوزوروس (خزنده‌ی دریازی)



دوره‌ی کربونیفر،
۳۵۹/۲ تا ۲۹۹ میلیون سال پیش
فسیل نخستین سرخس



دوره‌ی دونی،
۴۱۶ تا ۳۵۹/۲ میلیون سال پیش
ماهی بدون آرواره



دوره‌ی سیلورین،
۴۱۶ تا ۳۴۳/۷ میلیون سال پیش
عقرب‌های دریایی



دوره‌ی اردوویسیان،
۴۴۳/۷ تا ۴۸۸/۳ میلیون سال پیش
سریایان نوکیلوس



دوره‌ی کامبرین،
۵۴۲ تا ۴۸۸/۳ میلیون سال پیش
تریلوبیت‌ها



دوران پروکامبرین،
قبل از ۵۴۲ میلیون سال پیش
نخستین موجودات نرم تن



فرسایش

به فرآیندی که طی آن خاک و سنگ‌های سطح زمین متلاشی و جابه‌جا می‌شوند، فرسایش گفته می‌شود. آب‌های جاری، امواج، یخچال‌های طبیعی و باد عوامل فرسایش و همواره در حال ایجاد تغییر در ظاهر طبیعت هستند. عمل فرسایش، در سنگی که با خاک پوشانده نشده است، سریع‌تر اتفاق می‌افتد. فرسایش در محل‌هایی که سنگ‌ها بر اثر فعالیت عوامل آب و هوایی، نظیر نور خورشید یا یخبندان و باران، سست می‌شوند، اغلب با هوازگی شروع می‌شود. هوازگی فیزیکی اثر گرما، سرما و یخبندان و هوازگی است و هوازگی شیمیایی، باعث خرد شدن سنگ‌ها می‌شود. فرسایش می‌تواند منجر به ریزش و لغزش گسترده‌ی سنگ و خاک شود.

فرسایش رودخانه‌ای

رود کلرادو از میان لایه‌های سنگی به عمق ۶۰۰ متر، در ایالت آریزونا، آمریکا، راه خود را باز کرده است. در این تصویر، لایه‌های بسیاری را می‌توان دید. قدرت فرسایشی آب‌های جاری، که ماسه و سنگ به همراه دارند، بسیار قابل توجه است. رودهای بزرگ می‌توانند طی میلیون‌ها سال، دره‌هایی عمیق ایجاد کنند. رودها تپه و کوه‌ها را تخریب می‌کنند و مواد حاصل از تخریب را با خود به سوی دشت و دریاها می‌برند. قدرت فرسایشی رود، در کوه‌ها افزایش می‌یابد زیرا مسیر جریان آب در کوه‌ها شیب‌دار و ناهموار است. آب، سنگ‌های درشت و ریز به نام مواد آبرفتی را با خود حمل می‌کند و در جایی که سرعتش کم شود، آن‌ها را در بستر خود رسوب می‌دهد.

رود کلرادو

در ته این دره‌ی عمیق جاری است

سنگ‌های نرم‌تر سریع‌تر از سنگ‌های سخت که در پایین قرار دارند، تخریب می‌شوند

پهلوهایی مرتفع دره هنگامی تشکیل شدند که رود، راه خود را از میان لایه‌های سنگی باز کرد



فرسایش بادی

ماسه‌هایی که در اثر بادهای شدید به حرکت درآمده‌اند، این ستون‌های ماسه سنگی بلند و باریک کانیون برایس در ایالت یوتای آمریکا را پدید آورده‌اند. علت پیدایش این ناهمواری‌ها این است که قسمت‌های نرم‌تر سنگ‌ها سریع‌تر از قسمت‌های سخت‌تر فرسوده شده‌اند. از آنجایی که در بیابان‌ها گیاهان کافی برای محکم نگه‌داشتن خاک در جای خود وجود ندارد و باران زیادی نمی‌بارد تا ذرات خاک را به هم بچسباند، ماسه‌ها به راحتی حرکت می‌کنند و فرسایش بادی بیشتر روی می‌دهد.

فرسایش یخچالی

در نقاط سرد زمین، رشته کوه‌ها دارای دره‌های عمیقی هستند، که یخچال‌ها آن‌ها را به وجود آورده‌اند. در این تصویر، یخچالی در دامنه‌های کوه کاپلاس، واقع در تبت را می‌بینید که به کلی ذوب شده و این دره‌ی یخچالی را به وجود آورده است. یخچال، مانند رودی از یخ است که آهسته بر روی زمین‌های شیب‌دار حرکت می‌کند و سنگینی یخ آن را به جلو می‌راند. سنگ‌هایی که با فشار در قسمت زیرین جابه‌جا می‌شوند، شیارهای عمیقی در زمین ایجاد می‌کنند و در نتیجه، دره‌هایی با شکل با کناره‌هایی شیب‌دار و کف صاف پدید می‌آورند.

فرسایش ساحلی

موج‌ها باعث فرسایش پایه‌ی صخره‌ها، و سست شدن و سقوط آن‌ها می‌شوند. این ویژگی‌های ساحلی را می‌توان در بسیاری از سواحل سنگی و بلند جهان مشاهده کرد. وقتی صخره‌ها از هر دو طرف تخریب می‌شوند، این ستون‌های سنگی باقی می‌مانند و با گذشت زمان، سقوط می‌کنند. سنگ‌های حاصل از تخریب، خرد می‌شوند و سرانجام، ماسه‌های ساحلی را تشکیل می‌دهند. فرایند فرسایش در سواحل که امواج خروشنده مواد را با خود جابه‌جا می‌کنند و به سنگ‌های ساحلی می‌کوبند، سریع‌تر صورت می‌گیرد.

هواز دگی شیمیایی

بعضی از سنگ‌ها بر اثر انجام واکنش‌های شیمیایی تخریب می‌شوند. به این فرآیند، هواز دگی شیمیایی می‌گویند. کانی‌های موجود در سنگ، در نتیجه‌ی تأثیر عواملی نظیر دی اکسید کربن و اکسیژن هوا و همچنین آب، دچار تغییرات شیمیایی می‌شوند. سنگ‌های سست به راحتی خرد می‌شوند. برای مثال، سنگ آهک، در آب باران حل می‌شود، زیرا دی اکسید کربن موجود در هوا در آب باران حل می‌شود و به آن خاصیت اسیدی می‌دهد.

منظره‌ی کارست

ایالت گوانگ‌سی چین، از چشم‌انداز ویژه‌ای برخوردار است که بر اثر هواز دگی شیمیایی به وجود آمده است. آب باران در طول زمان سنگ آهک را در خود حل کرده و حفره‌هایی در آن به وجود آورده است. این حالت را اصطلاحاً توپوگرافی کارست می‌گویند. سقف این حفره‌ها که بعد از مدتی تبدیل به غار می‌شوند، فرو می‌ریزد و از آن‌ها، تنها تنگه‌هایی عمیق و صخره‌هایی بلند به جا می‌ماند.

ریزش و لغزش گسترده

فرسایش معمولاً موجب تخریب قسمت کوچکی از طبیعت می‌شود، اما گاه سبب ریزش خاک و سنگ‌ها، در حجم زیاد می‌شود که موجب رانش زمین شده و جریان‌های گلی و سقوط سنگ‌ها را به دنبال دارد. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که سنگ‌ها، مواد رسوبی یا خاک دامنه‌ها سست می‌شوند و توان مقاومت در برابر نیروی جاذبه زمین را از دست می‌دهند.



خزش خاک	سقوط ناگهانی سنگ‌ها	جریان گل آتشفشانی	حرکت واریزه‌ها	جابه‌جایی سنگ‌ها
خزش خاک، حرکت بسیار آرام خاک از دامنه‌ی شیب‌دار کوه است. وقتی خاک خیس به مرور زمان خشک می‌شود و یا پس از یخ زدگی، از حالت انجماد بیرون می‌آید، دچار انبساط و انقباض می‌شود و این پدیده روی می‌دهد. لایه‌های بالایی خاک، سریع‌تر از لایه‌های زیرین حرکت می‌کنند. این حرکت به قدری آهسته انجام می‌گیرد که قابل دیدن نیست. خم شدن درخت‌ها، تیرهای چوبی نصب شده در زمین و تشکیل تراس‌های کوچک و متوالی در منطقه، نشان دهنده‌ی وقوع این پدیده است. خاک ممکن است در کناره‌ی دیوارها یا در پایین کوه جمع شود.	سقوط ناگهانی سنگ‌ها زمانی اتفاق می‌افتد که خاک یا سنگ‌های نرم، از دهنه‌ی کوه کنده و سپس سرازیر شوند. پرتگاه‌های کم ارتفاع حاصل از این پدیده، در نوک کوه، دیده می‌شود. این سقوط‌های ناگهانی، اغلب زمانی اتفاق می‌افتد که آب رودخانه یا موج، پایه‌ی کوه را تخریب کند، یا خاک و سنگ‌های نرم کاملاً خیس شوند.	لاهار (lahar)، ترکیبی از سیلاب و خاکسترهای آتشفشانی است. این پدیده زمانی رخ می‌دهد که خاکسترها، طی یک فوران آتشفشانی، با یخ‌های در حال ذوب یا باران‌های سیل‌آسا، مخلوط شود. گل‌های حاصل از این ترکیب، به سمت دره‌های رودخانه‌ای روان و پس از برخورد به یک مانع، سخت می‌شوند. لاهار می‌تواند خرابی‌های قابل ملاحظه‌ای به بار آورد.	واریزه از سنگ‌های خرد شده و گاه همراه با خاک تشکیل می‌شود. گاهی قطعه سنگ‌های بزرگ و کوچک روی زمین‌های شیب‌دار جمع می‌شوند و شروع به غلتیدن و لغزیدن به سمت پایین می‌کنند. لغزش این مواد، اغلب در محل‌هایی رخ می‌دهد که ساکنان آن‌جا درخت‌ها و سایر گیاهان دامنه‌ها را از بین برده‌اند. واضح است که این اقدام آنان، باعث فرسایش سریع خاک و سنگ‌ها می‌شود.	جابه‌جایی سنگ‌ها، حرکت سریع‌ترین نوع جابه‌جایی و لغزش گسترده است. این پدیده زمانی روی می‌دهد که سنگ‌های بزرگ فرو بریزند و یا از صخره‌ها جدا شده و به سمت پایین کوه سرازیر شوند. بسیاری از قطعه سنگ‌هایی که فرو می‌ریزند یا از کوه سرازیر می‌شوند، ایجاد بهمن سنگی می‌کنند.
خزش خاک	سقوط ناگهانی سنگ‌ها	جریان گل	لغزش رسوبات	سقوط سنگ

خاک

در بیشتر مناطق زمین، سنگ بستر پوسته‌ی زمین با خاک پوشانده شده است. این ماده‌ی نرم ترکیبی از مواد آلی و تکه سنگ‌های تخریب‌شده بر اثر هوازدگی و فرسایش است. مواد آلی خاک شامل بقایای گیاهان، جانوران و سایر موجودات زنده و مرده است. بسیاری از موجودات زنده خاک تجزیه‌کننده‌اند و روی بدن گیاهان و جانوران مرده زندگی می‌کنند. گیاهان آب و مواد غذایی لازم را از خاک می‌گیرند.

انواع خاک

بافت هر خاک بستگی به اندازه‌ی تکه سنگ‌های موجود در آن دارد. خاک رس بسیار نرم است، زیرا از دانه‌های بسیار ریز (سنگ) تشکیل شده است. خاک ماسه‌ای زبرتر است، زیرا اندازه‌ی دانه‌های تشکیل دهنده‌ی آن ۲ میلی‌متر می‌رسد. خاک‌های ماسه‌ای خشک هستند اما خاک رس مرطوب و چسبناک است. خاک زراعی ترکیبی از ماسه، رس و سیلت (لای) و مناسب برای پرورش محصولات کشاورزی است.



تجزیه‌کننده‌ها

از میلیون‌ها موجوداتی که در خاک زندگی می‌کنند، بسیاری نظیر باکتری‌ها، قارچ‌ها، حشرات و کرم‌های خاکی، جزو تجزیه‌کننده‌ها به‌شمار می‌آیند. این موجودات روی بقایای گیاهان و جانوران مرده زندگی و باقی مانده‌ی اندام‌های آن‌ها را به مواد شیمیایی ساده‌تر تبدیل می‌کنند. سپس، این مواد شیمیایی در خاک آزاد می‌شوند. وجود این مواد، برای رشد گیاه لازم است. بنابراین، تجزیه‌کننده‌ها مواد گیاهی را بازیافت می‌کنند.

نگاه میکروسکوپی

با مشاهده‌ی خاک در زیر میکروسکوپ، متوجه وجود موجوداتی ذره‌بینی، به نام باکتری، می‌شویم. در یک مشت خاک، میلیون‌ها باکتری و قارچ وجود دارد که به تکه سنگ‌ها و مواد حاصل از تخریب می‌چسبند. باکتری‌ها و قارچ‌ها عمل تجزیه را، که توسط موجودات بزرگ‌تر نظیر کرم‌های خاکی، حشرات و بدون صدف و خرماکی‌ها شروع شده است، ادامه می‌دهند.



افق A شامل مقدار زیادی خاک برگ (مواد آلی) و موجودات ریز می‌شود. که با افق سطحی- خاک زراعی را به‌وجود می‌آورند و گیاهان در آن رشد می‌کنند.

افق B از خاک زیرین تشکیل شده است، مقدار مواد آلی در این افق نسبت به افق A کمتر است و مواد معدنی موجود در این لایه از بالا وارد افق شده‌اند.

در **افق C** سنگ‌های تخریب شده وجود دارد، اما هیچ گونه مواد آلی ندارد.

افق D (که گاه سنگ بستر نامیده می‌شود) از سنگ‌های سخت تشکیل شده است، تکه‌های سنگ موجود در خاک، متعلق به این لایه‌اند.

افق سطحی

از مواد گیاهی مرده و در حال تجزیه تشکیل شده است

بعضی از مواد معدنی

حاصل از تجزیه شدن گیاهان و جانوران، به‌وسیله‌ی آب به‌سمت پایین شسته می‌شوند

بعضی از مواد معدنی

بر اثر فشار موجود، به سمت پایین و بیرون از خاک شسته می‌شوند

حرکت‌های رو به بالا

مواد معدنی حاصل از هوازدگی سنگ‌ها را به خاک باز می‌گرداند

لایه‌های طبیعی

نیم‌رخ خاک، مقطع عمودی زمین برای نشان دادن لایه‌های خاک است. هر لایه را یک افق خاک می‌نامند. بیشتر خاک‌ها سه بخش اصلی، یعنی افق‌های A، B و C، دارند. ضخامت لایه‌های خاک در جاهای مختلف، بسیار متفاوت است. این ضخامت در کوه‌ها حدود چند سانتی‌متر است، اما در دره‌ها به چندین متر هم می‌رسد.



تقویت خاک

کرم‌های خاکی دو کار بسیار مهم برای حاصلخیز شدن خاک و رشد گیاهان انجام می‌دهند. اول این که بقایای گیاهان را می‌خورند و آن‌ها را تجزیه می‌کنند؛ سپس با سوراخ کردن زمین، خاک را مخلوط و دانه‌های آن را از هم جدا می‌کنند. این کار باعث می‌شود که مواد آلی و مواد غذایی در خاک پراکنده شوند و هوا به داخل آن نفوذ کند. ایجاد این شرایط باعث بهبود کیفیت خاک می‌شود.

مواد سنگی را که به وسیله باد، رودخانه، دریاها و یخچال‌ها جابه‌جا و ته‌نشین و رسوب‌گذاری می‌شوند، رسوب می‌نامند. رس، ماسه و سنگ‌ریزه از انواع رسوبات هستند. جمع شدن رسوبات باعث پیدایش کناره‌های گلی در اطراف رودخانه‌ها یا تلماسه‌ها در بیابان می‌شود. اغلب میلیون‌ها سال طول می‌کشد تا رسوبات ته‌نشین شده بر بستر دریا به سنگ‌های رسوبی تبدیل شوند.



رسوبات دهانه‌ی رودخانه

رسوباتی که همراه رود منتقل می‌شوند، در دهانه‌ی رود به دریا که آب از حرکت می‌ایستد، شروع به ته‌نشین شدن می‌کنند. در این نقطه‌ی ساحلی واقع در جنوب استرالیا، باریکه‌هایی از جنس ماسه و گل در اطراف دهانه‌ی رود تشکیل شده‌اند. امواج دریا و وزش باد این ماسه‌ها را کم‌کم به‌سوی خشکی می‌کشانند.

رسوب‌گذاری

به‌جا ماندن رسوبات در آب یا روی زمین، رسوب‌گذاری نامیده می‌شود. رسوبات، به‌وسیله‌ی عمل فرسایش آب‌های پر سرعت، بادهای شدید و یخچال‌ها پدید می‌آیند. اما فرآیند رسوب‌گذاری هنگامی صورت می‌گیرد که آب جاری، باد یا یخچال‌های طبیعی، به‌علت کم شدن شیب بستر، کم شدن سرعت یا ذوب شدن یخ، دیگر نمی‌توانند مواد همراه را جلوتر ببرند و آن‌ها را در محلی باقی می‌گذارند.

چگونگی پیدایش تلماسه‌ها

شکل ظاهری یک تپه‌ی ماسه‌ای بستگی به شدت و جهت وزش باد، مقدار ماسه‌ی موجود و رشد گیاه بر روی تلماسه یا روی زمین دارد. تپه‌های برخان (هلالی شکل)، زمانی به‌وجود می‌آیند که باد اغلب از یک جهت بوزد. باد ماسه‌های روی تلماسه را یا خود می‌برد و بدین ترتیب تپه‌ها در سال تا حدود ۳۰ متر به جلو رانده می‌شوند.



تپه‌های ماسه‌ای

تپه‌های ماسه‌ای توده‌ای از ماسه یا ذرات ریز دیگرند. تپه‌های ماسه‌ای در بیابان‌ها و بعضی از سواحل تشکیل می‌شوند. در این مکان‌ها ماسه‌ی نرم و خشک به‌وسیله‌ی باد جابه‌جا می‌شود و سپس با قطع باد، بر زمین می‌نشینند. در صحرای بزرگ آفریقای شمالی، طول تپه‌های ماسه‌ای تا ۱۰۰ کیلومتر و ارتفاع آن‌ها تا ۲۰۰ متر می‌رسد. این تپه‌ها که دائم در حال تغییر محل‌اند، ظاهری چون امواج بسیار بلند اقیانوس‌ها را دارند.

تلماسه‌های هلالی شکل

در یک طرف دامنه‌ای کم شیب و در طرف دیگر دامنه‌ای پرشیب دارند

تاج در پهلوها کم ارتفاع‌تر از مرکز است

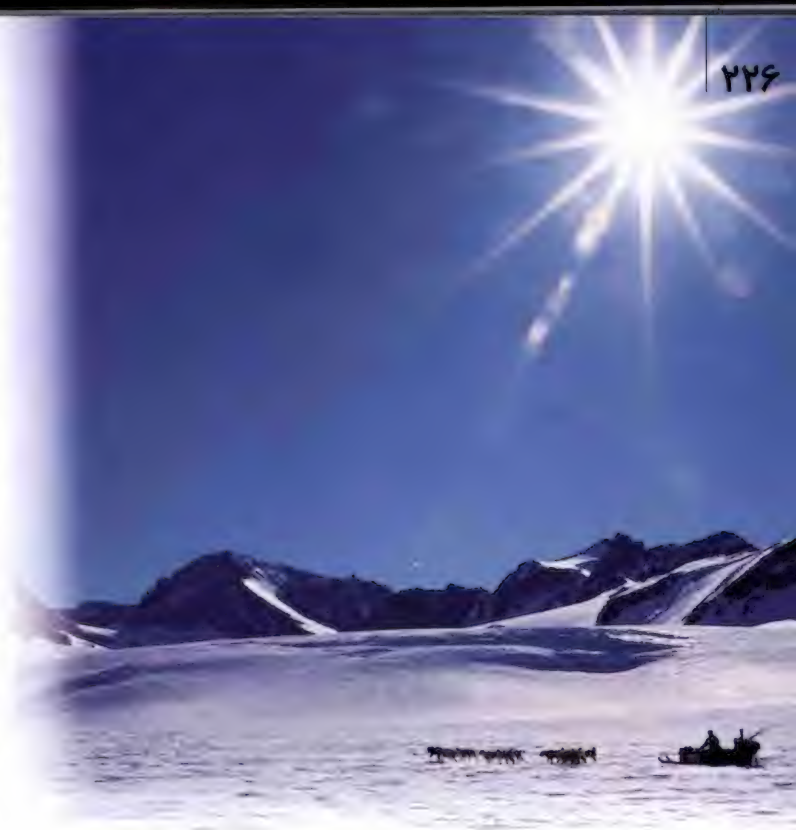
یخ

حدود یک‌دهم سطح خشکی‌ها و یک‌هشتم سطح آب اقیانوس‌های زمین، از یخ پوشیده شده است. این توده‌های یخی از جمع‌شدن برف و متراکم شدن آن به‌وجود می‌آیند. بیشتر یخ‌ها در **پهنه‌های یخی** قطوری جمع شده‌اند که مناطق قطبی را می‌پوشانند. در گذشته، در زمان طولانی و سرد عصر یخبندان، وسعت پهنه‌ی یخ خیلی بیش از امروز بود. دانشمندان برآورد کرده‌اند که در طول ۳ میلیون سال گذشته، ۱۵ عصر یخبندان وجود داشته است.



▶ یخ‌های قطبی

در این تصویر، یک اسکیمو سورت‌مای را روی یخچالی واقع در گرینلند، می‌راند. در قطب شمال، زمین نسبتاً کم است و بیشتر آن با اقیانوس وسیعی که مرکز آن در نزدیکی قطب شمال قرار دارد پوشانده شده است.



پهنه‌های یخی

نود درصد یخ‌های جهان در قطب جنوب (جنوبگان) ذخیره است. عمق این کلاهک یخی، در بعضی از نقاط، ۴۲۰۰ متر است. بیش از هزاران سال است که با ریزش سنگین برف در ماه‌های زمستان و ذوب شدن حجم کمی از آن در فصل تابستان، پهنه‌ی یخی قطوری در سرتاسر این سرزمین تشکیل شده است. وزن بسیار زیاد یخ، سبب شده است که سطح بخش‌هایی از این خشکی بزرگ از سطح دریا نیز پایین‌تر قرار گیرد.



کلاهک یخی

کوه یخی
که از یخچال
به‌وجود آمده است

اقیانوس

▶ پسروی یخچال‌ها

یخچال‌ها، رودخانه‌هایی از یخ هستند که از قله‌ی کوه سرچشمه می‌گیرند و به آهستگی در شیب کوه حرکت می‌کنند. برف‌هایی که به‌تازگی می‌بارند، باعث فشرده شدن برف‌های قبلی و موجود بر روی زمین می‌شوند و از آن‌ها، یخی متراکم به نام فیرن (firn) به‌وجود می‌آورند. پس از آن که یخ به مقدار کافی جمع شد، نیروی گرانش زمین و وزن خود یخچال، باعث حرکت آن با سرعتی معادل یک تا دو متر در روز، به‌سمت پایین کوه می‌شود.

دریاچه‌ای

که از یخ‌های ذوب شده
به‌وجود آمده است

پهنه‌ی یخی
قاره‌ای

یخچال بیرونی از حاشیه‌ی
پهنه‌ی یخی بیرون آمده است

یخچال

▶ فرسایش یخچالی

حرکت یخ عامل فرسایشی
برقدرتی است، با لغزیدن یخچال‌ها
به پایین کوه، دره‌هایی عمیق و
لاشکل، قله‌هایی تیز و دیواره‌هایی پرشیب
به‌وجود می‌آید. سنگ‌هایی که از جلو، اطراف و زیر
مسیر یخچال جدا شده و همراه آن جلو رانده می‌شوند،
باعث افزایش قدرت فرسایشی یخ می‌شوند. هنگامی که یخچال به
زمین‌های کم ارتفاع و گرم‌تر پایین کوه می‌رسد، ذوب می‌شود و از بین می‌رود.

▼ کوه یخ

کوه‌های یخ از آب دریا‌های شور تشکیل نشده‌اند، بلکه، از یخچال‌های روی ساحل جدا شده و به دریا افتاده‌اند. تنها ۱۲ درصد از توده‌ی کوه یخ بالاتر از آب است و دیده می‌شود و بقیه‌ی آن در زیر آب پنهان است.



ساحل‌ها

ساحل‌هایی که مرز بین خشکی و اقیانوس را تشکیل می‌دهند، همواره در معرض تخریب به‌وسیله باد و امواج قرار دارند. هنگامی که هوا آرام است، آب دریا به آرامی با ساحل برخورد می‌کند، اما در روزهای توفانی، موج‌های کف‌آلود و بلند، محکم به کناره‌ها می‌خورند. شکل و حتی محل ساحل‌ها، با تخریب خشکی به‌وسیله امواج و تغییرات سطح دریا در طول زمان، تغییر می‌کند. در بعضی از مناطق، بر اثر پیشروی آب دریا، ساحل هر سال چند متر عقب‌تر می‌رود.

فرسایش ساحلی

ویژگی‌های ساحلی، نظیر صخره‌ها و تاق‌ها، که حاصل عمل فرسایشی امواج است در این تصویر قابل مشاهده‌اند. وقتی دریا با ساحل‌های صخره‌ای بلند برخورد می‌کند، سنگ‌های نرم‌تر تخریب می‌شوند و در جای آن‌ها، حفره‌هایی به‌وجود می‌آید که با گذشت زمان به هم می‌رسند و تشکیل تاق ماندگاری را می‌دهند. با ادامه تخریب، قسمت بالایی تاق فرو می‌ریزد و ستون‌هایی مجزا، از آن‌ها به‌جا می‌ماند.

تغییرات سطح دریا

سطح دریاهای، در طول چند میلیون سال گذشته، تا حدود ۲۰۰ متر بالا و پایین رفته است. دانشمندان معتقدند که علت این پدیده، بروز تغییرات دما هنگام فرا رسیدن و پایان یافتن عصر یخبندان است. در طول عصر یخبندان، سطح دریاهای، به علت وجود مقدار زیاد آب‌های منجمد، پایین است. اما با گرم شدن هوا یخ‌ها ذوب می‌شوند و سطح دریاهای بالا می‌آید. امروزه به نظر می‌رسد که سطح دریاهای، به علت گرم شدن کره زمین، در حال بالا آمدن است. این پدیده می‌تواند موجب طغیان آب در بعضی از سواحل شود.

چرخه‌های یخچالی

در طول عصر یخبندان، وزن یخ بر زمین فشار وارد می‌کند. سطح دریا پایین است، بنابراین این پوسته‌ای اقیانوسی تحت فشار قرار ندارد. اما با گرم شدن هوا، یخ‌ها ذوب می‌شوند و در نتیجه، سطح دریا بالا می‌آید. این پیامد، با از بین رفتن فشار یخ و بیرون آمدن خشکی از زیر فشار یخ، تا حدودی تعدیل می‌شود و این بار، وزن زیاد آب بستر دریا را تا حدی پایین می‌برد.

مقطوع تاق

باعث به‌جا ماندن ستونی مجزا شده است

صخره‌های پرشیب

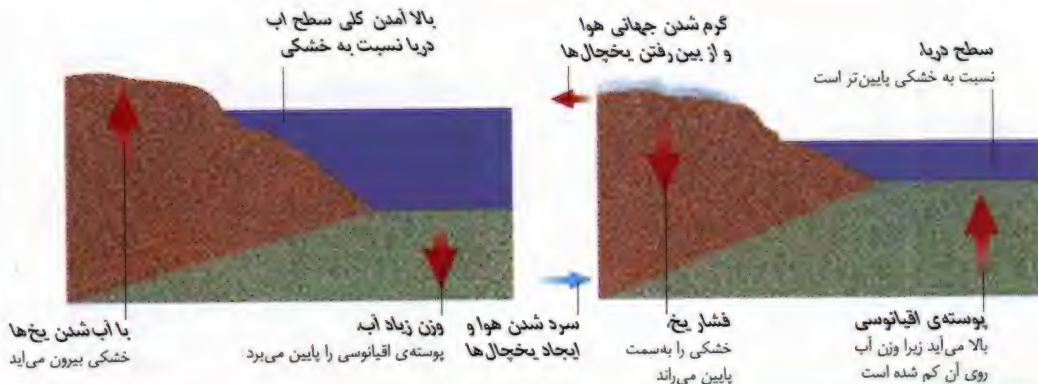
بر اثر تخریب سنگ‌ها به‌وسیله امواج ایجاد شده‌اند

سنگ‌هایی که بر اثر برخورد امواج تخریب شده‌اند، این تاق را به‌وجود آورده‌اند



ساحل غرق شده

این آبدری نروژی، نوعی خلیج کوچک عمیق است که در پرتگاه‌های پرشیب ساحلی، که عمق آب آن تا ۱۰۰۰ متر هم می‌رسد. پیدایش یک آبدری، از عصر یخبندان، یعنی زمانی که یخ‌های دره‌ای U شکل در نزدیکی دریا ایجاد کردند شروع می‌شود. پس از گرم شدن هوا، یخچال ذوب می‌شود و آب اقیانوس بالا می‌آید و دره را پر می‌کند.



اقیانوس‌ها

حدود ۷۱ درصد سطح سیاره‌ی ما را، دریاها و اقیانوس‌ها پوشانده‌اند. پنج اقیانوس بزرگ زمین به ترتیب وسعت، اقیانوس‌های آرام، اطلس، هند، منجمد شمالی و منجمد جنوبی هستند. آب اقیانوس‌ها، به علت دارا بودن مواد معدنی محلول و مقدار زیادی کلرید سدیم (نمک طعام)، شور است. آب اقیانوس‌ها هیچ گاه راکد نیست و جریان‌های دریایی، امواج و جزر و مد آن را به حرکت درمی‌آورند.

منطقه‌ی ساحلی

ریف‌های مرجانی موجود در آب‌های گرم و ساحلی، غنی‌ترین زیستگاه‌های اقیانوسی هستند. این ریف‌ها را مرجان‌هایی که اسکلت آهکی دارند، ساخته‌اند. اقیانوس‌ها به دو زیستگاه اصلی تقسیم می‌شوند. اقیانوس عمیق آزاد و منطقه‌ی ساحلی. آب‌های کم عمق منطقه‌ی ساحلی که تنها ۱۰ درصد از کل مساحت اقیانوس را تشکیل می‌دهد، زیستگاه ۹۸ درصد موجودات دریایی است.



منطقه‌های اقیانوسی

منطقه‌ی نورگیر

عروس دریایی و ماهی‌هایی نظیر هریسکه، مارکول، گوسه ماهی‌ها و سخت‌پوستانی مانند این خرچنگ دراز در آب‌های کم عمق یا سطحی زندگی می‌کنند. اقیانوس‌های آزاد را می‌توان براساس میزان دریافت نور اکسیژن و دمای آب، به چند لایه تقسیم کرد. تا عمق ۲۰۰ متری، آب گرم است (تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد) و اکسیژن و نور کافی وجود دارد.



منطقه‌ی عمیق

موجوداتی نظیر این ستاره‌ی شکننده، ماهی مرکب و اقسامی از ماهی‌ها در منطقه‌ای که عمق آن بین ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ متر است، زندگی می‌کنند. مقداری از پرتوهای نور خورشید از لایه‌ی بالایی تا حدود ۱۰۰۰ متر پایین‌تر نفوذ می‌کند. در این لایه، دمای آب حدود ۵ درجه سانتی‌گراد است. منطقه‌ی زیر آن کاملاً تاریک است و دمای آب به ۲- درجه سانتی‌گراد می‌رسد.



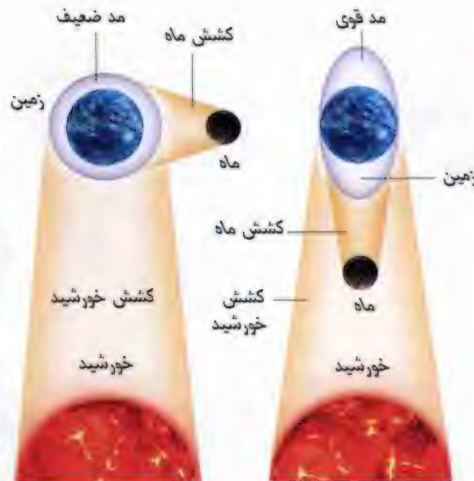
منطقه‌ی مفاک

در این منطقه که کاملاً تاریک، بسیار سرد و پایین‌تر از ۲۰۰۰ متر است، ماهی‌هایی با شکل‌های نا آشنا زندگی می‌کنند. جانورانی که در این اعماق زندگی می‌کنند، باید بتوانند خود را با فشار بسیار بالا و دمای بسیار پایین آب تطبیق دهند. عمق آب، در بعضی از قسمت‌های اقیانوس، به ۱۰/۰۰۰ متر یا حتی بیشتر هم می‌رسد.



جزر و مد

به علت تأثیر نیروی گرانش ماه و خورشید بر آب‌های اقیانوس‌ها، سطح آن‌ها در شبانه‌روز تغییرات منظمی را به‌دست آورده است که به آن‌ها جزر و مد می‌گویند. وقتی ماه به دور زمین می‌گردد، نیروی گرانشی آن باعث می‌شود که آب در مناطقی از اقیانوس (که رو به ماه قرار دارد)، بالا بیاید. نیروی حاصل از گردش وضعی زمین هم برجستگی دیگری را در جهت مخالف ایجاد می‌کند. بروز پدیده‌ی جزر و مد در شبانه‌روز دوبار و به‌طور متناوب در آب اقیانوس‌ها مشاهده می‌شود.



► مدهای قوی و ضعیف

تغییر ارتفاع آب در هنگام مد، از چند سانتی‌متر تا ۱۵ متر یا بیشتر، متغیر است. مدهای بسیار بلند، هر ۱۵ روز یک بار و زمانی اتفاق می‌افتند که خورشید و ماه نسبت به زمین در یک راستا قرار می‌گیرند و نیروهای گرانشی آن‌ها با هم جمع می‌شوند. در عوض، مدهای خفیف، در فاصله‌ی بین مدهای قوی و هنگامی اتفاق می‌افتند که خورشید و ماه نسبت به زمین زاویه‌ی ۹۰ درجه می‌سازند. در این حالت، نیروی گرانشی آن‌ها یکدیگر را تا حدی خنثی می‌کنند.

جریان‌های اقیانوسی

آب اقیانوس‌ها هیچ‌گاه راکد نیست و جریان‌های مختلفی که در نزدیکی سطح یا در اعماق آن وجود دارند باعث حرکت دائمی آب می‌شوند. وجود این قبیل جریان‌های آب به توزیع گرما در قسمت‌های مختلف زمین کمک می‌کند. باد، جریان‌هایی را در سطح آب به‌وجود می‌آورد که بر اثر گردش وضعی زمین و موقعیت خشکی‌ها، تغییر مسیر می‌دهند. جریان‌های اقیانوسی حالت دورانی دارند. جریان‌های سطحی گرم، که از سرزمین‌های گرم و استوایی آغاز می‌شوند، باعث گرم شدن هوای خشکی‌های واقع در اطراف مسیر می‌شوند. جریان‌های عمیق سرد، که از آب‌های سرد قطبی شروع می‌شوند تأثیری مخالف دارند.



کلید راهنما

جریان گرم

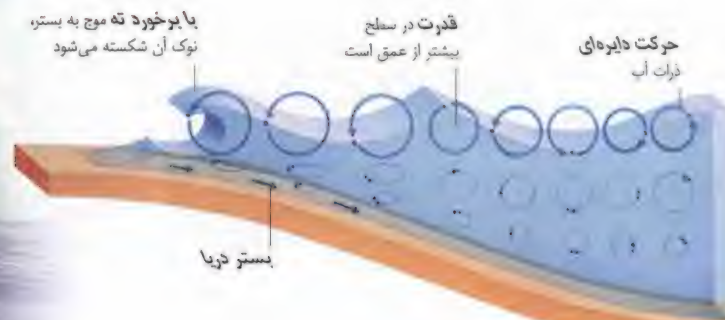
جریان سرد

نام جریان

- | | | | | | |
|---|------------------------|---|------------------------|----|--------------------------|
| ۱ | جریان چرخشی آرام شمالی | ۵ | جریان چرخشی اطلس شمالی | ۸ | جریان آگولاس |
| ۲ | جریان چرخشی آرام جنوبی | ۶ | جریان چرخشی اطلس جنوبی | ۹ | جریان اقیانوس هند جنوبی |
| ۳ | جریان هامبولت | ۷ | جریان دور قطب جنوب | ۱۰ | جریان اقیانوس آرام شمالی |
| ۴ | گلف استریم | | | | |

امواج

موج‌ها سطح اقیانوس‌ها را، غیر از هنگامی که هوا بسیار آرام است، به تلاطم در می‌آورند. وزش باد بر سطح آب، موجب ایجاد اصطکاک و موج می‌شود. بادهایی که بر سطح پهنای اقیانوس‌های آزاد می‌وزند، موج‌های بلندی را به‌وجود می‌آورند. قلای این موج‌ها با رسیدن به آب‌های کم عمق ساحلی، کف آلود می‌شود و موج سرانجام به ساحل می‌رسد.



▲ عمل موج

امواج می‌توانند مسافتی طولانی را روی اقیانوس طی کنند. عجیب آن که، آبی که موج را به‌وجود می‌آورد، تقریباً در همان مکان اول باقی می‌ماند. در واقع پس از عبور هر موج، ذرات آب آن دایره‌ای را می‌پیمایند و دوباره به محل قبلی خود برمی‌گردند. شدت و وسعت موج، با رسیدن به ساحل کاهش می‌یابد. پستر دریا بر الگوی حرکت موج اثر می‌گذارد که اصطلاحاً به آن، شکسته شدن موج می‌گویند.

▲ قدرت موج

گاهی بر اثر وقوع زلزله و فعالیت‌های آتش‌فشان‌ی در بستر اقیانوس، امواج غول‌پیکری به‌نام سونامی به‌وجود می‌آیند. این امواج در پهنای اقیانوس، تقریباً نامحسوس هستند؛ اما وقتی به ساحل نزدیک می‌شوند، ارتفاع آن‌ها در آب‌های کم عمق به حداکثر می‌رسد و با قدرتی بسیار ویرانگر به ساحل برخورد می‌کنند.

بستر اقیانوس



ماری تارپ
آمریکایی، ۱۹۲۰-

ماری تارپ، با کمک یکی از همکاران خود نخستین نقشه‌ی جامع بستر اقیانوس را با استفاده از مطالعات ردیاب صوتی (سونار)، رسم کرد. در اواخر سال‌های ۱۹۴۰، تارپ یک دره‌ی ریختی را کشف کرد که تا مرکز برآمدگی میان اقیانوس اطلس ادامه داشت. او دریافت که رشته‌ای از برآمدگی‌های میان اقیانوسی گره‌ی زمین را دور زده است.

em

بستر اقیانوس
ocean floor

▶ ردیاب صوتی (سونار)

اقیانوس‌شناسان، با استفاده از ردیاب صوتی، از بستر اقیانوس نقشه‌برداری می‌کنند. گسیل‌های تحقیقاتی امواج صوتی را به‌سوی بستر اقیانوس می‌فرستند و نمودار انعکاس آن‌ها را رسم می‌کنند. جمع‌آوری این اطلاعات برای رسم نقشه‌ای جامع لازم است. دانشمندان با کمک ردیاب صوتی، موفق به کشف پدیده‌هایی نظیر کوه‌های زیردریایی (قله‌های آتش‌فشانی غرق شده)، با ارتفاع ۱۰۰۰ متر از کف دریا و کانوئوها (کوه‌های دریایی سرخ‌تخت)، شده‌اند.



آب‌های داغ

محیطی ترکیبات گوگردی

جریان دودکشی،

از کانی‌های خارج شونده از شکاف تشکیل شده است

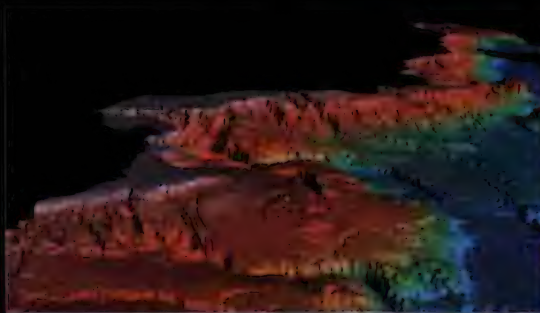
گرم‌های لونه‌ای و خرونگ‌های ناپیدا

باکتری‌هایی را می‌خورند که از اصلاح موجود در آب انرژی می‌گیرند

تا یک قرن پیش، بستر اقیانوس تقریباً ناشناخته بود. اما امروزه می‌دانیم که در بستر اقیانوس‌های ژرف، کوه‌ها، دره‌های عمیق و دشت‌های وسیع وجود دارد. بسیاری از این پدیده‌ها بر اثر حرکت ورقه‌های زمین‌ساختی، که پوسته‌ی زمین را تشکیل می‌دهند، به‌وجود آمده‌اند. در وسط اقیانوس‌ها، و جایی که دو ورقه‌ی اقیانوسی در حال دور شدن از هم‌دیگرند، رشته کوه‌های بلندی از جنس مواد آتش‌فشانی از بستر دریا بالا آمده‌اند. در عوض، در کناره‌ی بعضی از اقیانوس‌ها و جاهایی که یک ورقه‌ی قاره‌ای و یک ورقه‌ی اقیانوسی به هم نزدیک می‌شوند، ورقه‌ی اقیانوس به زیر ورقه قاره‌ای فشار می‌آورد و در نتیجه، شکاف‌های عمیقی در محل برخورد آن‌ها تشکیل می‌شود.

▶ منفذهای هیدروترمال

در سال ۱۹۷۷، دانشمندان با استفاده از نوعی ریز دریایی، دریاهای بستر دریا تحقیق کردند و منفذهایی را کشف کردند که ستون‌های سیاهی از آب‌های بسیار داغ و سرازیر از مواد معدنی از آن‌ها بیرون می‌جوشید. این تونل‌های سیاه، بر اثر فعالیت‌های آتشی‌فشانی در برآمدگی‌های میان اقیانوسی به‌وجود آمده‌اند. این که داخل شکاف‌های پوسته می‌شود، در اثر محاورت با ماکمای داغ، سیولفیدهایی را در خود حل می‌کند و سپس به‌صورت آب‌های سیاه خارج می‌شود.



▲ تصویر بستر اقیانوس آرام

این نقشه‌ی رانده‌ای بستر اقیانوس در کناره‌های کالیفرنیا، واقع در ایالات متحده، با استفاده از ردیاب صوتی رسم شده است. عمق‌های مختلف بستر اقیانوس با رنگ‌های متفاوت نشان داده شده‌اند. کناره‌های پهن و صاف منطقه‌ی فلات قاره، که نزدیک به خشکی قرار گرفته، با رنگ نارنجی مشخص شده است. در سمت رو به دریا، سیب قاره‌ای با شیب تند به دشت‌های عمیقی منتهی می‌شود و با رنگ این نشان داده شده است.

جزیره‌ها

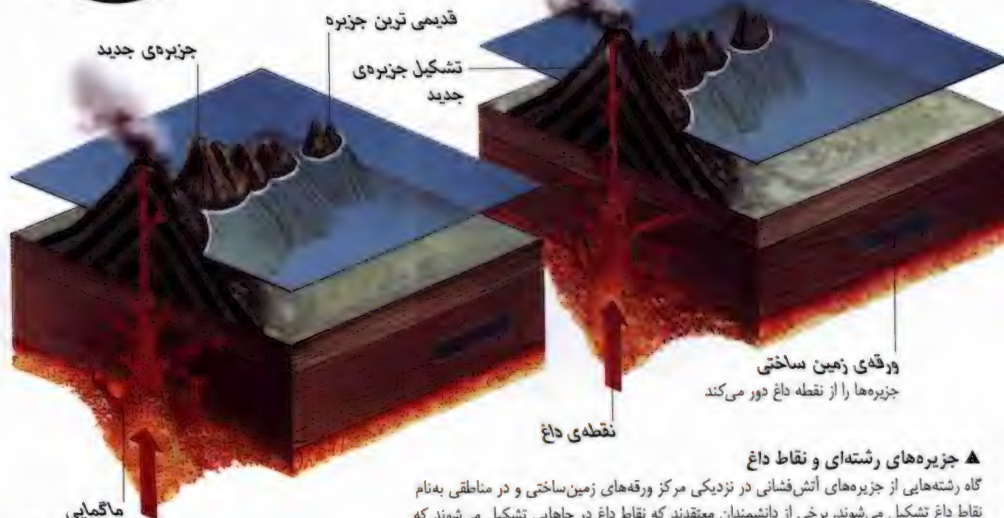
جزیره‌ها خشکی‌هایی هستند که کاملاً به وسیله‌ی آب محصور شده‌اند. جزیره‌ها در اقیانوس‌ها، دریاها، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها یافت می‌شوند. وسعت جزیره‌ها از برون‌زدهای سنگی کوچک به وسعت چند متر مربع تا جزیره‌های پهناوری مانند گرینلند با وسعت ۲/۲ میلیون کیلومتر مربع، متغیر است. جزیره‌ها به دودسته تقسیم می‌شوند: اقیانوسی، که از خشکی جدا افتاده‌اند و قاره‌ای، که اغلب در نزدیکی سرزمین اصلی قرار دارند. بسیاری از جزیره‌های اقیانوسی آتش‌فشانی‌اند. جزیره‌های قاره‌ای اغلب بر اثر تغییرات ایجاد شده در سطح آب دریا تشکیل می‌شوند.

▲ جزیره‌های مرجانی

جزیره‌های مرجانی، نظیر مالدیو در اقیانوس هند، از اجتماع اسکلت‌های آهکی پولیپ‌های مرجانی تشکیل شده است. کلنی‌های بزرگی از این موجودات، که شبیه به شقایق دریایی هستند، در آب‌های گرم و کم‌عمق منطقه‌ی استوا یا در اطراف کوه‌های دریایی، رشد می‌کنند. اطراف پولیپ‌های نرم را اسکلتی آهکی و فتجان مانند می‌پوشاند که بعد از مرگ پولیپ، آن‌ها روی یکدیگر قرار می‌گیرند و ریف‌های مرجانی را به وجود می‌آورند که سرانجام، سر از آب درمی‌آورند. اگر کوه دریایی نشست کند، تنها یک حلقه‌ی مرجانی، که اتول (atoll) نامیده می‌شود، در اطراف قله‌ی آن بیرون از آب می‌ماند.

► جزیره‌های قاره‌ای

جزیره‌های قاره‌ای، نظیر جزیره‌های بریتانیا، از آب‌های کم‌عمق فلات قاره، سر برآورده‌اند. زمانی این جزیره‌ها قسمتی از سرزمین اصلی بودند، اما هنگامی که سطح دریاها بالا آمد و بخشی از خشکی به زیر آب فرو رفت، آن‌ها جدا افتادند. در جاهایی که جریان‌های اقیانوسی یا رودها ماسه یا گل به جا می‌گذارند، جزیره‌های کوچک - که جزیره‌های سدی نیز نامیده می‌شوند - دور از ساحل تشکیل می‌شوند.



▲ جزیره‌های قوسی

جزیره‌های اقیانوسی، اغلب بر اثر فوران‌های آتش‌فشانی و هنگامی که ورقه‌ها با هم برخورد می‌کنند، تشکیل می‌شوند. وقتی یک ورقه با فشار به زیر ورقه‌ی دیگر رانده می‌شود، پوسته‌ی آن بر اثر تماس با گوشته‌ی داغ زیرین، ذوب می‌شود. این سنگ‌های مذاب دوباره بالا می‌آیند و از پوسته خارج می‌شوند و بستر دریا را می‌پوشانند. با گذشت زمان، گدازه‌های حاصل، برآمدگی زیر دریایی مرتفعی را به وجود می‌آورند که در آخر، به شکل جزیره سر از آب بیرون می‌آورد.

▲ جزیره‌های رشته‌ای و نقاط داغ

گاه رشته‌هایی از جزیره‌های آتش‌فشانی در نزدیکی مرکز ورقه‌های زمین‌ساختی و در مناطقی به نام نقاط داغ تشکیل می‌شوند. برخی از دانشمندان معتقدند که نقاط داغ در جاهایی تشکیل می‌شوند که مخازن ماگما از گوشته‌ی زمین فوران می‌کنند. ماگما از نقطه‌ی ضعیفی از پوسته بیرون می‌آید و جزیره‌ای را به وجود می‌آورد. با گذشت میلیون‌ها سال، نقطه‌ی داغ در محل خود باقی می‌ماند در حالی که ورقه‌ی اقیانوسی به آرامی از روی آن می‌گذرد و جزیره‌های آتش‌فشانی را به صورت رشته‌ای تشکیل می‌دهد.

رودها

رودخانه‌ها آب حاصل از بارش باران و برف را به دریا می‌برند. جریان آب، سنگ‌ها را تخریب و تبدیل به مواد رسوبی می‌کند و آن‌ها را به همراه می‌برد. بیشترین فرسایش رودخانه‌ای زمانی روی می‌دهد که آب پس از بارشی سنگین طغیان می‌کند یا برف کوه‌ها در فصل بهار ذوب می‌شود. با گذشت زمان، فرسایش باعث پیدایش دره‌ها و آبشارها در مسیر رود می‌شود و رسوبات رودخانه خشکی‌های موسوم به دشت‌های سیلابی و دلتاها را به وجود می‌آورد.



▶ رودخانه‌های کوهستانی

رودخانه‌ی دورا، واقع در شمال ایتالیا، از دامنه‌های پر شیب کوه سرچشمه می‌گیرد. این تندآب‌ها، که با سرعت جریان دارند، تعدادی از سنگ‌هایی را که در طول مسیر وجود دارند، با خود حمل می‌کنند. در این تصویر می‌بینید که رود، دره‌ای V شکل، با پهلوهایی شیب‌دار ایجاد کرده است.

آب باران و برف‌های ذوب شده از کوه سرازیر می‌شود

شاخه‌های رودخانه آب را به رودخانه‌ی اصلی می‌رسانند

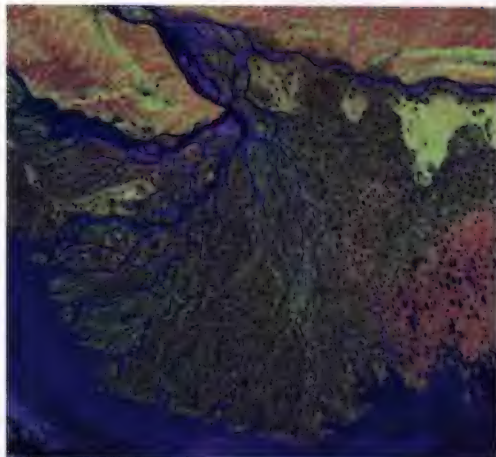


آبشار و تندآب‌ها

با تغییر جهت رود، پیچ و خم‌هایی در مسیر آن ایجاد می‌شود

▲ آبشارهای آمریکای جنوبی

آبشار ایگواچو در مرز آرژانتین، برزیل و پاراگوئه قرار دارد. آبشارها در مکان‌هایی تشکیل می‌شوند که آب از روی سنگ‌های سخت به سنگ‌های نرم می‌ریزد. از آنجایی که سنگ‌های نرم زودتر تخریب می‌شوند، پرتگاهی قائم در کناره‌ی سنگ‌های سخت به وجود می‌آید. ریزش آب باعث می‌شود دیواره‌ی سخت نیز فرسوده شود و زمانی که عقب نشینی این گودال به حدی برسد که دیواره‌ی بالا فرو بریزد، آبشار عقب‌تر می‌رود.



دلتا دریا

▲ مسیر رود

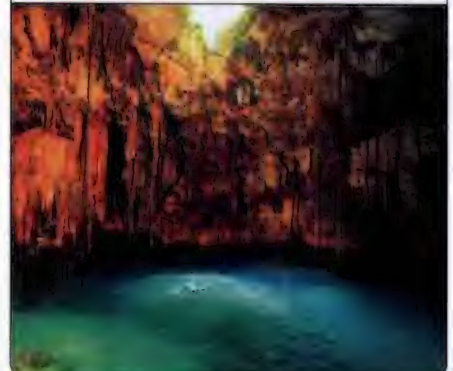
هر رود سه مرحله‌ی اصلی دارد. در مرحله‌ی اول، مسیر آن شیب‌دار و باریک و جریان آن سریع و متلاطم است. در مرحله‌ی دوم، مسیر پهن‌تر و کم‌شیب است و آب از میان دره‌های ته صاف، آرام‌تر جاری می‌شود. در مرحله‌ی سوم، مسیر گسترده است و به آرامی از میان دشت‌های ساحلی مسطح به دریا می‌رسد و در این میان رسوبات همراه خود را هم بر جا می‌گذارد.

◀ دلتای روسی

این تصویر ماهواره‌ای جایی را که رود لنّا، (به رنگ آبی تیره در بالای تصویر) به دریا می‌ریزد نشان می‌دهد. منطقه‌ی سبز رنگ دلتا است. دلتا نوعی خشکی است که بر اثر ته‌نشین شدن رسوبات رودخانه‌ای به علت کم شدن سرعت آب تشکیل می‌شود. وقتی رود از میان دلتای مسطح و با تلاقی عبور می‌کند، کانال‌های بسیاری را در آن به وجود می‌آورد.

غارهای آهکی

وقتی آب از درون بعضی از سنگ‌ها، مانند سنگ آهک می‌گذرد، قسمت‌هایی از آن‌ها را حل می‌کند و حفره‌هایی را در سنگ‌ها پدید می‌آورد و سپس آب به داخل حفره‌ها نفوذ و آن‌ها را عریض‌تر می‌کند. سرانجام، پس از گذشت هزاران سال، غارهایی در میان سنگ‌های آهکی تشکیل می‌شود. آبی که از میان دیواره‌های غار می‌گذرد باعث پیدایش نه‌ر، رود و برکه‌های زیر زمینی (نظیر این نمونه در مکزیک) می‌شود. گاهی نیز رودهای سطحی در داخل گودال‌ها ناپدید می‌شوند و کیلومترها دورتر، دوباره به سطح زمین می‌آیند. اگر سقف غار فرو بریزد، تنگه به وجود می‌آید. (غار علی‌صدر در همدان از بزرگترین و شگفت‌انگیزترین غارهای آهکی دنیا است).



آب‌های سطحی

بیشتر آب‌های سطحی در سنگ‌های متخلخل، که دارای حفره‌های ریز هستند، ذخیره می‌شود. با حفر چاه می‌توان در بعضی از مناطق در عمق معینی به آب زیرزمینی رسید. این محل را سطح ایستابی می‌گویند و معمولاً وقتی آب باران در زمین نفوذ می‌کند، این سطح بالا می‌آید. چشمه، محلی است که آب زیرزمینی به‌طور طبیعی از دامنه‌ی تپه خارج می‌شود.

▲ واحه‌های مصری

حتی در مناطق بایر (خشک)، مانند بیابان‌ها، گاه آب‌های زیرزمینی به سطح زمین راه می‌یابند. به این مناطق سرسبز در میان بیابان، که در تصویر می‌بینید، واحه گفته می‌شود. آب‌های یک واحه گاه در زیرزمین تا صدها کیلومتر آن طرف‌تر، می‌آید. واحه‌ها منبع مهم آب هستند و دهکده‌ها، اغلب در اطراف آن‌ها به‌وجود می‌آیند.

▼ چاه آرتزین

در محل‌های ویژه‌ای، ساختمان زمین طوری است که لایه‌های نفوذپذیر و آب‌دار، در میان لایه‌های غیرقابل نفوذ (مانند رس) قرار می‌گیرند. اگر چنین وضعی در شیب یک حوضچه‌ی آرتزین به‌وجود آید، قسمتی از سطح ایستابی از سطح زمین بالاتر می‌آید. در صورت حفر چاه در نقاط پایین‌تر، آب خود به‌خود بیرون می‌جهد. چنین چاه‌هایی را آرتزین می‌گویند.



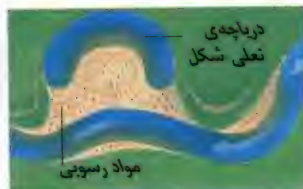
دریاچه‌ها

دریاچه‌ها زمانی به‌وجود می‌آیند که آب در گودال‌های موجود در روی زمین جمع می‌شود. بعضی از این گودال‌ها را یخچال‌ها در زمین ایجاد می‌کنند و بعضی دیگر، وقتی به‌وجود می‌آیند که مانعی در مسیر رودها ایجاد شود. بعضی از دریاچه‌ها هم در دهانه‌های آتش‌فشان‌ها، یا در جایی که قسمتی از زمین در اثر جابه‌جایی فرو می‌نشیند ایجاد می‌شود. آب بیشتر دریاچه‌ها شیرین است، البته دریاچه‌هایی با آب شور، نظیر [دریاچه‌ی ارومیه] و بحرالمیت، وجود دارد.



▲ دریاچه‌های یخچالی

این دریاچه‌های واقع در اسکانلند، هزاران سال پیش بر اثر فرسایش یخچال‌ها به‌وجود آمده‌اند. یخچال‌ها در قله‌های کوه و از تجمع برف و یخ تشکیل می‌شوند. این برف و یخ‌ها، پس از جمع شدن در یک جا، حفره‌هایی به‌نام سیرک را در سنگ‌ها به‌وجود می‌آورند. وقتی یخچال ذوب می‌شود، آب حاصل، این حفره‌ها را پر می‌کند و دریاچه‌ای را در آن‌جا به‌وجود می‌آورد. آب این دریاچه‌ها از آب بارانی که از دامنه‌های کوه به پایین سرازیر می‌شود، تأمین می‌گردد.



▲ مرحله‌ی ۳: دریاچه‌ی هلالی

جریان آب داخل خمیدگی، به‌تدریج آرام می‌شود. رسوبات به‌جا مانده، انتهای خمیدگی را مسدود می‌کند و دریاچه‌ی هلالی در آن محل پدید می‌آید.



▲ مرحله‌ی ۲: عبور آب

سرانجام، دو انتهای بیخ رودخانه، به اندازه‌ای به هم نزدیک می‌شوند که آب در آن نفوذ می‌کند. این پدیده، هنگام بروز سیل روی می‌دهد. از آن به بعد، بیشتر آب از همین مسیر جدید عبور می‌کند.



▲ مرحله‌ی ۱: فرسایش در محل بیخ

رودها می‌توانند در طول جریان خود، دریاچه به‌وجود آورند. کناره‌های بیرونی مسیر رود تخریب می‌شوند و رسوبات حاصل، در قسمت درونی انباشته می‌شود. به این ترتیب، میزان انحناى مسیر رود بیشتر می‌شود.

اتمسفر

اتمسفر یا هواکره، پوششی از مخلوط گازها است که اطراف زمین را در بر گرفته و تا حدود ۷۰۰ کیلومتری بالای سطح آن امتداد دارد. اگر اتمسفری وجود نداشت، زمین هم مانند ماه فاقد حیات بود. این لایه‌ی نسبتاً نازک، که با کمک نیروی گرانش زمین در جای خود باقی است، اکسیژن لازم برای تنفس ما را تأمین می‌کند. **لایه‌ی ازن**، که در طبقات بالای اتمسفر قرار دارد، مانع ورود پرتوهای زیان‌بار خورشید به زمین می‌شود.

لایه‌های اتمسفر

تروپوسفر، پایین‌ترین لایه‌ی اتمسفر است، که حدود ۷۵ درصد از کل گازهای موجود در اتمسفر در این لایه جا دارد. در بالای تروپوسفر، استراتوسفر قرار دارد، که شامل لایه‌ی ازن هم می‌شود. لایه‌ی بعدی، مزوسفر، رقیق و جایی است که شهاب‌ها در آن مشتعل می‌شوند. یوتوسفر لایه‌ی پادار است که امواج رادیویی را به زمین برمی‌گرداند. آخرین لایه اگزوسفر است، که کم‌کم در فضا محو می‌شود.

شفق‌های قطبی

شفق‌های قطبی، نورهایی هستند که گاهی در شب در مناطق قطبی پدید می‌آیند. این جلوه‌های خاص، بر اثر برخورد ذرات بارداری که از خورشید می‌آیند یا لایه‌های اتمسفر فوقانی، در بالای قطب‌ها، پدید می‌آیند.



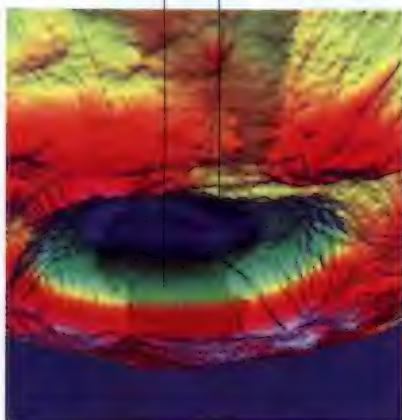
گازهای اتمسفر

تنها دو گاز، اکسیژن و نیتروژن، ۹۹ درصد ترکیب اتمسفر را تشکیل می‌دهند. مقدار نیتروژن آن ۷۸ درصد مقدار اکسیژن ۲۱ درصد است. یک درصد باقی‌مانده از آرگون (۰/۹۳ درصد)، ۰/۰۳ درصد دی‌اکسیدکربن و مقدار بسیار کمی از گازهای دیگر، نظیر هلیوم، نئون، ازن، متان و هیدروژن، تشکیل شده است.

لایه‌ی ازن

ازون شکلی از اکسیژن است که در استراتوسفر به صورت یک لایه‌ی نازک، جمع می‌شود. این لایه مانع از ورود قسمت زیادی از پرتوهای زیان‌آور فرابنفش خورشید (که باعث ایجاد سرطان پوست است) به زمین می‌شود. در دهه‌ی ۱۹۸۰، دانشمندان دریافتند که نقاط نازک یا سوراخ‌هایی در لایه‌ی ازن، در بالای مناطق قطبی و در هر فصل بهار، پدیدار می‌شوند. تحقیقات نشان دادند که پیدایش این سوراخ حاصل وجود مواد شیمیایی به نام کلروفلوئوروکربن‌ها (CFCs)، در اتمسفر است.

سوراخ لایه‌ی ازن قاره‌ی جنوبگان



سوراخ شدن لایه‌ی ازن

این تصویر ماهواره‌ای سوراخ شدن لایه‌ی ازن را در بالای قطب جنوب نشان می‌دهد. ضخیم‌ترین قسمت لایه‌ی ازن با رنگ قرمز و لایه‌های نازک از زرد تا سبز و آبی نشان داده شده‌اند. علت سوراخ شدن لایه‌ی ازن تا حدودی استفاده از کلروفلوئوروکربن‌ها (CFCs) در ساخت یخچال و اسپری‌ها است. امروزه، بسیاری از کشورها، استفاده از این مواد شیمیایی را منع کرده‌اند.

فشار هوا

عوامل مولد مناطق پُرفشار موجود در اتمسفر، توده‌هایی از هوای جاری هستند که بادهای و وضع هوا را به وجود می‌آورند. تغییرات به وجود آمده در دما و فشار هوا، عوامل پدید آورنده‌ی بادهای هستند. فشار هوا در سطح دریا در بیشترین مقدار خود است؛ زیرا در این مکان، ارتفاع ستون هوا از هر مکان دیگر روی زمین بیشتر است. هر چه در اتمسفر بالاتر برویم، مقدار هوا و فشار هوای کمتری وجود دارد.

اندازه‌گیری فشار هوا

فشار هوا را با استفاده از دستگاهی به نام فشارسنج خشک و با واحدی به نام میلی‌بار اندازه‌گیری می‌کنند. در پشت صفحه‌ی فشارسنج محفظه‌ای وجود دارد که مقاری از هوای آن را خارج کرده‌اند. تغییرات به وجود آمده در فشار هوا، سبب انقباض یا انبساط هوای داخل این محفظه، و در نتیجه، حرکت عقربه روی صفحه می‌شود.



عقربه‌ی فشارسنج

فشار هوا و تا حدودی وضع هوا را نشان می‌دهد.

جریان هوای سرد

به سمت مناطق کم فشار

هوای سرد در حال سقوط باعث به وجود آمدن منطقه‌ی پر فشار می‌شود

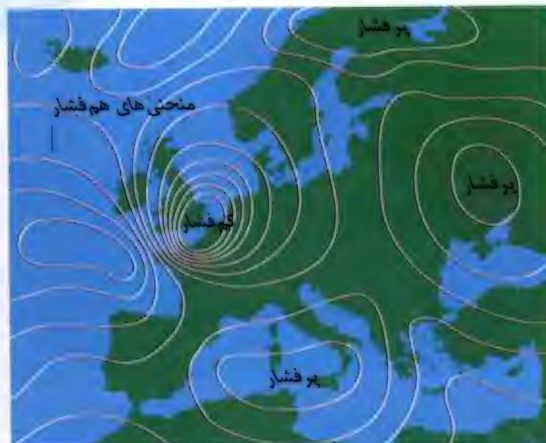
هوای گرم در حال صعود

باعث به وجود آمدن منطقه کم فشار می‌شود



فشار بالا و پایین

هوای گرم از هوای سرد سبک‌تر است؛ بنابراین، به سمت بالا می‌رود. هوای گرمی که رو به بالا حرکت می‌کند، باعث به وجود آمدن مناطق کم‌فشاری به نام سایکلون می‌شود. هوای سردی که رو به پایین حرکت می‌کند، مناطق آنتی‌سایکلون را به وجود می‌آورد. هوا همیشه از جای پر فشار به جای کم فشار حرکت می‌کند. مناطق پرفشار معمولاً هوای خشک و آفتابی دارند و مناطق کم فشار، بارانی هستند.



خطوط هم‌فشار

روی این نقشه‌ی هواشناسی، فشار هوا با منحنی‌هایی به نام خطوط هم‌فشار (ایزوبار) نشان داده شده است. این منحنی‌ها نشان دهنده‌ی مکان‌هایی با فشار هوای مساوی‌اند. این نقشه‌ی اروپای غربی منطقه‌ی کم‌فشاری را بر فراز انگلستان نشان می‌دهد که به وسیله‌ی چند منطقه‌ی پرفشار احاطه شده است. در مناطقی که منحنی‌های هم‌فشار به هم نزدیک هستند، فشار هوا به سرعت تغییر می‌کند و گفته می‌شود که این مناطق دارای شیب تغییر فشارند. ویژگی آن‌ها، وزش بادهای شدید در این مکان‌ها است.

اکسوسفر

۴۵۰-۹۰۰ کیلومتر
بالای سطح دریا

ترموسفر

۴۵۰-۸۰ کیلومتر
بالای سطح دریا

شهاب‌ها در پخش

بالایی اتمسفر مشتمل می‌شوند و خطی نورانی را در آسمان به وجود می‌آورند

شفق‌های قطبی

در بالای مناطق قطبی پدید می‌آیند

پرتوهای خورشیدی

قسمتی منعکس و قسمتی در ارتفاع‌های مختلف اتمسفر جذب می‌شوند



مژوسفر

۵۰-۸۰ کیلومتر
بالای سطح دریا

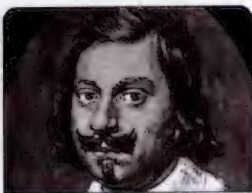
لایه‌ی اوزون

استراتوسفر

۱۲-۵۰ کیلومتر
بالای سطح زمین

تروپوسفر

تا ۱۲ کیلومتر بالای سطح دریا



اوانجلیستا توریکلی

ایتالیایی، ۱۶۰۶-۱۶۴۷

توریکلی، در دهه‌ی ۱۶۳۰، فشار هوا را کشف کرد و اولین فشارسنج را با وارونه کردن یک لوله‌ی شیشه‌ای پر از جیوه درون یک ظرف، ساخت. جیوه در داخل لوله و نزدیکی دهانه‌ی بسته‌ی آن، در ارتفاع ۷۶ سانتی‌متری باقی ماند. توریکلی با انجام این آزمایش نتیجه گرفت که فشار هوا مانع از بیشتر پایین آمدن جیوه می‌شود.

آب و هوا

▼ جنگل استوایی

جنگل‌های بارانی انبوه و استوایی در کمربند شمالی و جنوبی استوا، جایی که آب و هوا گرم و مرطوب است، قرار دارند. در این جنگل‌ها دمای هوا بین ۲۴ تا ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد متغیر است و تقریباً هر روز باران می‌بارد. مناطق نیمه‌استوایی، که در هر دو طرف منطقه‌ی استوایی قرار دارند، خنک‌ترند. بعضی از قسمت‌های نیمه استوایی، طی سال، یک فصل خشک و یک فصل بارانی دارند.

هر قسمت از زمین، اقلیم یا آب و هوای خود را دارد. منظور از اقلیم، وضعیت خاص آب و هوا در مدت زمان طولانی است. آب و هوای یک منطقه، بستگی به عرض جغرافیایی آن (فاصله از شمال یا جنوب خط استوا)، ارتفاع از سطح دریا و فاصله از دریا دارد. در بسیاری از قسمت‌های دنیا، شرایط آب و هوایی در فصل‌های مختلف، متغیر است. اقلیم یک منطقه، روی انواع گیاهان و جانوران موجود در آن و نوع خانه‌هایی که مردم آن محل می‌سازند، تأثیر می‌گذارد.

► تغییر آب و هوا

دانشمندان می‌توانند با تحقیق روی نمونه‌هایی از یخ‌هایی که در مناطق قطبی (مانند این تصویر از قطب جنوب) و از اعماق مختلف یخچال‌ها برمی‌دارند، اطلاعاتی درباره‌ی آب و هوای زمین در گذشته‌های دور به دست آورند. عمیق‌ترین یخ‌ها اطلاعاتی درباره‌ی شرایط آب و هوایی به هنگام ریزش برف در صدها یا هزاران سال پیش در اختیار ما قرار می‌دهند. آب و هوای زمین ثابت نمی‌ماند و گاه حتی به سرعت تغییر می‌کند. ایجاد و از بین رفتن عصرهای یخبندان در طول زمان‌های گذشته، نمونه‌هایی از این تغییرات است.



مناطق آب و هوایی

خشکی‌های زمین را می‌توان، براساس میانگین دما، میزان بارندگی و نوع رویش گیاهان آن‌ها، به ۹ اقلیم یا منطقه‌ی آب و هوایی اصلی تقسیم کرد. مناطق استوایی، در تمام طول سال گرمند، در حالی که مناطق قطبی و قله کوه‌های بلند، همیشه سردند. مناطقی که بین دو قطب و استوا قرار گرفته‌اند، مانند جنگل‌های معتدل و مناطق مدیترانه‌ای، آب و هوایی معتدل دارند که البته به‌طور فصلی تغییر می‌کند. آب و هوای بیابان‌ها خشک است و میزان بارندگی سالانه، در آن‌جا به کمتر از ۲۵ سانتی‌متر می‌رسد.

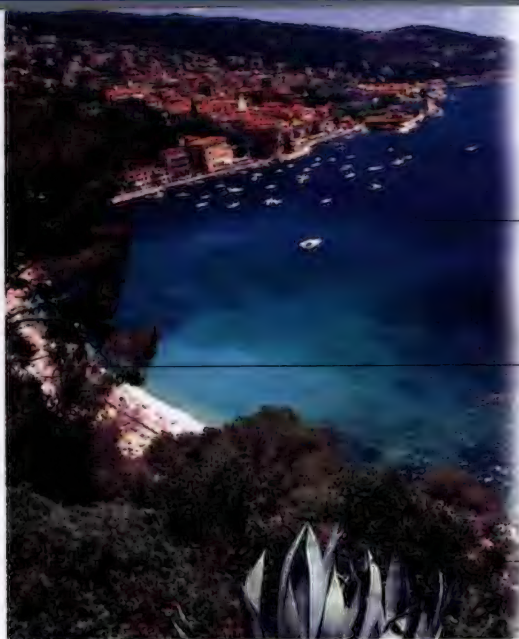
- قطب و توندرا
- جنگل شمالی
- کوه
- جنگل منطقه معتدله
- مناطق مدیترانه‌ای
- بیابان
- علفزار خشک
- علفزار استوایی
- جنگل بارانی استوایی



► گرمای خورشید

سطح انحنادار زمین باعث می‌شود که مناطق مختلف آن مقادیر متفاوتی از گرمای خورشید را دریافت کنند. خورشید نیم‌روز، مستقیم در بالای خط استوا قرار دارد، بنابراین مناطق استوایی همیشه گرمند. در قطب‌ها، ارتفاع خورشید در آسمان کم است و پرتوهای خورشید روی مناطق وسیع‌تری می‌تابد و باید مسافت بیشتری را برای عبور از اتمسفر طی کند، بنابر این قطب‌ها همیشه سردند.





گرمای خورشید
در سطح دریا هوای گرم را بالا می برد و باد از سمت دریا به خشکی می وزد

درختان کاج
در ساحل مدیترانه

کاکتوس ها
آب را در ساقه های قطور خود برای مواقع کم باران ذخیره می کنند



پوشش برف و یخ
و بدون گیاه در بالای خط درخت

جنگل مخروط داران
در دامنه ها تا خط درخت

گل ها و شکوفه ها
در کوهپایه ها تا زیر خط درخت

▲ آب و هوای کوهستانی

هوای رقیق موجود در بالای کوهها، نمی تواند گرمای خورشید را به اندازه ی هوای سطح دریا، جذب کند. به همین دلیل، با هر ۱۵۰ متری که از کوه بالا می رویم، یک درجه ی سانتی گراد از دمای هوا کاسته می شود. این پدیده باعث به وجود آمدن مناطق آب و هوایی مختلف در ارتفاعات متفاوت کوهها و رویش گیاهی خاص در این مکان ها می شود. خط برف در قطبها نزدیک به سطح دریاست و با نزدیک شدن به استوا، تا ارتفاع ۵ هزار متری بالا می رود.



▲ آب و هوای ساحلی

خورشید بر این دریای فیروزه ای رنگ در جنوب فرانسه، جایی که تابستان هایی گرم و خشک دارد، می تابد. مناطقی که در نزدیکی ساحل قرار دارند، معمولاً مرطوب تر و معتدل تر از مناطق دور از ساحلند. اگر چه دریا گرمای خورشید را، در مقایسه با خشکی، آهسته تر جذب می کند و آهسته تر نیز آن را در محیط آزاد می کند، این پدیده باعث می شود که مناطق ساحلی تابستان هایی خنک تر و زمستان هایی گرم تر داشته باشند. بادهای مرطوب اقیانوسی که در مناطق غیرساحلی می وزند، باعث بارندگی و خنک شدن مناطق ساحلی در فصل تابستان می شوند.

فصل ها

فصل های سال بر اساس شرایط هوایی خاص خود مشخص می شوند. در بسیاری از قسمت های دنیا، دمای هوا و طول روز در فصل های مختلف تغییر می کنند. این تغییرات بر رویش گیاهان، رفتار جانوران و زندگی انسان تأثیر می گذارد. علت پیدایش فصل ها این است که محور چرخش زمین (خط فرضی که از دو قطب می گذرد) با سطح مدار آن در گردش به دور خورشید اندکی زاویه دار است. کمترین تغییرات فصلی در مناطق استوایی و بیشترین آن ها، در مناطق قطبی وجود دارد.



► فصل های زمین

وقتی قطب شمال به سمت خورشید متمایل می شود، نیمکره ی شمالی (نیمه ی زمین در بالای خط استوا) فصل تابستان را می گذراند. شش ماه بعد، وقتی قطب جنوب به سمت خورشید متمایل می شود، در تیم کره ی جنوبی (نیمه ی زمین در پایین خط استوا) فصل تابستان است.

فصل های مناطق معتدل

سرزمین های معتدل، که بین مناطق استوایی و قطبی واقع شده اند، چهار فصل سال را دارا هستند. وضع ظاهری درختها و گیاهان مناطق معتدل نشان دهنده ی این تغییرات فصلی است. در فصل بهار، درختها صاحب برگ های تازه می شوند. این برگها در تابستان، که گرمترین فصل سال با طولانی ترین روزها است، کاملاً سبز می شوند. در پاییز، برگ های درختها می ریزند و درختان خود را برای فرا رسیدن فصل زمستان، که سردترین فصل سال با کوتاه ترین روزها است، آماده می کنند.



بهار

تابستان

پاییز

زمستان

► فصل های مناطق قطبی

این عکس ها که با فاصله ی زمانی و در فصل تابستان، در شمال ثروژ گرفته شده اند، نشان می دهند که در روزهای تابستانی این منطقه، خورشید تا مدتی هیچ وقت غروب نمی کند و روزها ۲۴ ساعتند. در عوض، در فصل زمستان، خورشید هرگز طلوع نمی کند و همیشه هوا تاریک است. دمای هوای قطب در تابستان سرد و در زمستان به شدت سرد است.



ظهور

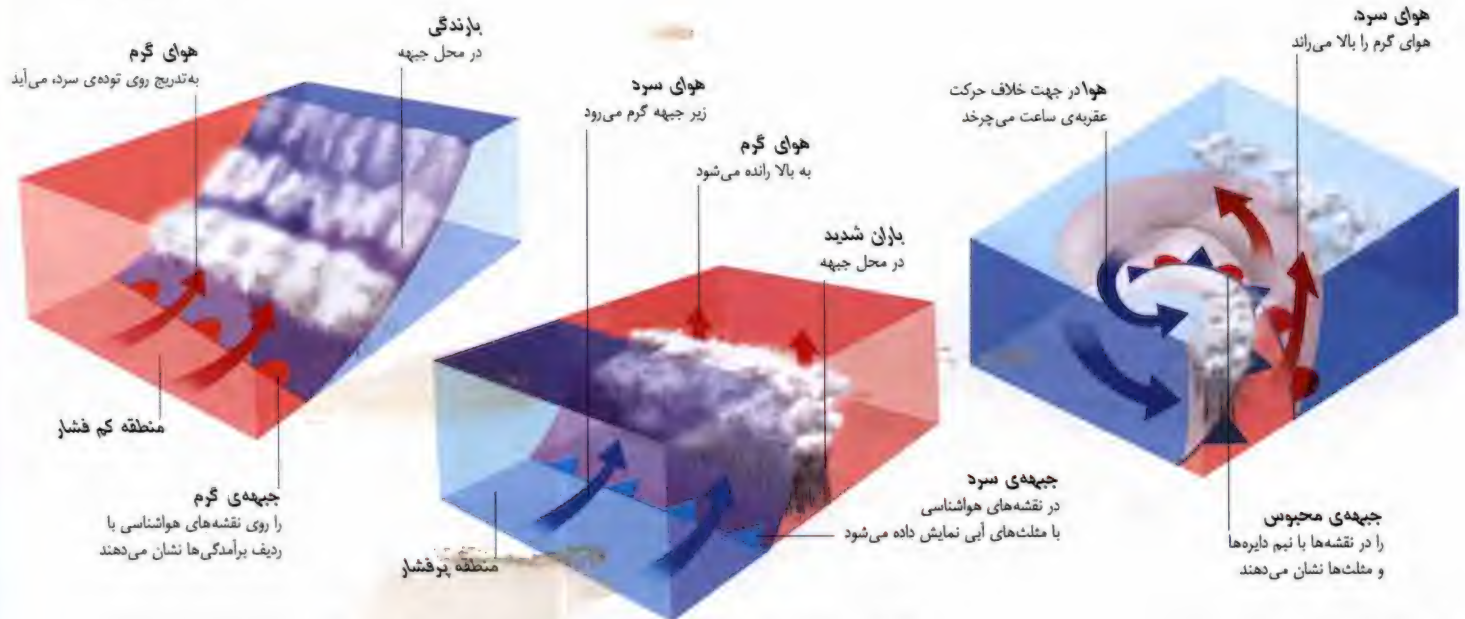
نیمه

وضع هوا

وضع هوا، شرایط روزانه‌ی اتمسفر، در یک زمان و مکان خاص است؛ که بستگی به گرمی یا سردی، رطوبت یا خشکی و آرام یا نا آرام بودن هوا و ریزش برف و باران دارد. **هواشناسی** مطالعه‌ی وضع هوا است. خورشید عامل اصلی در تغییر وضع هواست. خورشید توده‌های هوا را در قسمت‌های مختلف زمین به مقدار نامساوی گرم می‌کند و تفاوت‌هایی در فشار هوا به وجود می‌آورد. این اختلاف فشار باعث می‌شود که هوا از مناطق پر فشار به نقاط کم فشار حرکت کند و باد بوزد، در جاهایی، **جبهه‌های هوا** به وجود می‌آیند و توده‌های در حال حرکت هوا، با هم برخورد می‌کنند.

جبهه‌های هوا

جبهه‌های هوا مرزهایی هستند که در آنها توده‌های هوایی که دما و رطوبت مشابهی ندارند، با هم برخورد می‌کنند و بر یکدیگر فشار می‌آورند. هوای گرم، نسبت به هوای سرد، کم تراکم‌تر و سبک‌تر است؛ بنابر این، بالایی هوای سرد قرار می‌گیرد. هوای گرمی که رو به بالا حرکت می‌کند، باعث ایجاد منطقه‌ای کم فشار می‌شود. پیدایش این مناطق معمولاً با وزش بادهای تند و شروع بارندگی توأم است.



▲ جبهه‌ی گرم

جبهه‌ی گرم هنگامی به وجود می‌آید که توده‌ای از هوای گرم با توده‌ای از هوای سرد برخورد کند. در این هنگام، هوای گرم به آرامی به سمت بالایی هوای سرد حرکت می‌کند و منطقه‌ی کم‌فشاری را به وجود می‌آورد. با سرد شدن هوای گرم در حال صعود، رطوبت داخل آن به صورت ابر در می‌آید و بارش باران را به دنبال دارد.

▲ جبهه‌ی سرد

جبهه‌ی سرد هنگامی به وجود می‌آید که توده‌ای از هوای سرد به توده‌ای از هوای گرم نزدیک می‌شود. با برخورد این دو توده، جبهه‌ای با شیب تند تشکیل می‌شود و هوای گرم با فشار و به سرعت رو به بالا می‌رود. این پدیده باعث به وجود آمدن ابرهای بسیار بلند و توفان‌زایی می‌شود که باران‌های سیل‌آسا را به همراه دارند.

▲ جبهه‌ی محبوس

جبهه‌های سرد اغلب چند ساعت عقب‌تر از جبهه‌های گرم قرار دارند. گردش زمین، توده‌های در حال حرکت هوا را می‌چرخاند و باعث می‌شود که جبهه‌ها به صورت مارپیچ در اطراف یکدیگر حرکت کنند. در این حال، هوای گرم و سرد، به تدریج در هم فرو می‌روند و جبهه‌ی محبوس را به وجود می‌آورند. این جبهه ابری شدن آسمان و بارندگی را به دنبال دارد.

هواشناسی

هواشناسی، مطالعه‌ی شرایط جوی و تحولات آن است. وظیفه‌ی دشوار هواشناسان پیش‌بینی وضع هوا برای چند روز آینده (پیش‌بینی‌های کوتاه مدت) و برای هفته یا هفته‌های بعد (پیش‌بینی‌های بلند مدت) است. همه‌ی ما برنامه‌ریزی‌های روزانه‌ی خود را براساس پیش‌بینی‌های وضع هوا انجام می‌دهیم، اما این پیش‌بینی‌ها برای کشاورزان، شرکت‌های کشتی‌رانی و هواپیمایی و نیز نیروگاه‌ها (با توجه به تغییرات مقدار مصرف انرژی)، اهمیت بسیاری دارد.

ماهواره‌های هواشناسی

دانشمندان با استفاده از ماهواره‌هایی که بر فراز زمین در مدار قرار گرفته‌اند، وضعیت هوا را بررسی می‌کنند. ماهواره‌ها تصاویری از ابرها و توفان‌ها را در اختیار ما قرار می‌دهند. آن‌ها با استفاده از حس‌گرهای پیشرفته، وضع دما و رطوبت را نیز بررسی می‌کنند.

تجهیزات درون ماهواره

تغییرات هوایی را ثبت می‌کند

پوشش آلومینیومی
سیک و محافظ

ابرها در اطراف نقطه‌ی کم‌فشار در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخند

تصویر ماهواره‌ای

ابزارهایی به نام رادیومتر، که در ماهواره‌های هواشناسی نصب شده‌اند، از ابرهایی که سطح زمین را می‌پوشانند، عکس تهیه می‌کنند. این عکس‌ها به هواشناسان، در تحقیق درباره‌ی جبهه‌های هوا کمک می‌کنند. این تصویر ماهواره‌ای یک منطقه‌ی کم‌فشار را نشان می‌دهد که از شمال شرقی ژاپن در حال حرکت است و هوای نا آرام مرطوب را برای منطقه به همراه دارد.

علامت جهت وزش باد

حرف پ (H) علامت محل پرفشار است

نقشه‌ی هواشناسی

یک نمودار اجمالی یا نقشه‌ی هواشناسی، شرایط موجود در جو را در زمان و مکانی خاص نشان می‌دهد. در این نقشه وضعیت و تغییرات هوایی زاین و مناطق مجاور آن مشخص شده است. شرایط جوی با استفاده از نمادهای مشخص جهانی نشان داده می‌شود. منحنی‌های هم‌فشار، مناطقی را که دارای فشار هوایی یکسان هستند، به هم پیوند می‌دهند.

جبهه‌ی سرد

حرف ک (L)

علامت محل کم‌فشار است

جبهه‌ی محبوس

محل اختلاط هوای گرم و سرد

مطالعه‌ی وضع هوا

مرکز هواشناسی

در این تصویر، اطلاعاتی را که به‌وسیله‌ی دستگاه‌های ردیاب وضع هوا گردآوری شده است، روی صفحه‌های رایانه می‌بینید. سازمان هواشناسی جهانی (WMO) دارای ۱۳ مرکز اصلی است که اطلاعات را از ایستگاه‌های هواشناسی سراسر دنیا جمع‌آوری می‌کنند. این اطلاعات وارد آب‌رسانه‌هایی می‌شوند که وظیفه‌ی آن‌ها پیش‌بینی وضع هوا در مناطق وسیعی از سطح زمین است.

ایستگاه‌های هواشناسی

در این تصویر، این پژوهشگر دستگاه ردیابی را در ایستگاه هواشناسی قطب جنوب بازدید می‌کند. بیش از ۱۰ هزار ایستگاه هواشناسی در نقاط مختلف زمین مستقر هستند. بعضی از آن‌ها در محل‌های دور افتاده، مانند ساحل‌ها، جزیره‌ها و حتی زمین‌های خالی از سکنه، نصب شده‌اند. ایستگاه‌های هواشناسی دما، فشار، رطوبت هوا و سرعت و جهت وزش باد را ثبت می‌کنند.

رادارهای هواشناسی

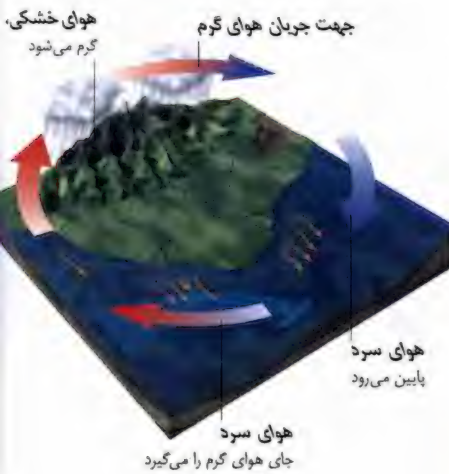
این رادار امواج رادیویی را که از رطوبت هوا به زمین منعکس می‌شوند، ردیابی می‌کند. این فناوری امکان تشخیص و پیش‌بینی وضع هوا را برای هواشناسان فراهم می‌کند. اطلاعات هواشناسی، علاوه بر ایستگاه‌های هواشناسی بسیار متعدد در نقاط مختلف خشکی، به‌وسیله‌ی کشتی و شناورها در دنیا و هواپیما و بالن‌هایی که دستگاه‌ها را تا ارتفاع بالایی در جو می‌برند، گردآوری می‌شود.

هوای متحرک را باد می‌نامند. وقتی خورشید سطح زمین را گرم می‌کند، دمای هوا بالا می‌رود و در نتیجه، هوا منبسط می‌شود و رو به بالا می‌رود. از طرف دیگر، هوای سرد می‌خواهد جای هوای گرمی را که بالا رفته، بگیرد. این جابه‌جایی‌ها وزش باد را سبب می‌شوند. طبق قوانین فیزیکی، هوا همیشه از مناطق پرفشار به مناطق کم‌فشار جریان می‌یابد. هر چه این اختلاف فشار بیشتر باشد، وزش باد هم شدیدتر خواهد بود.

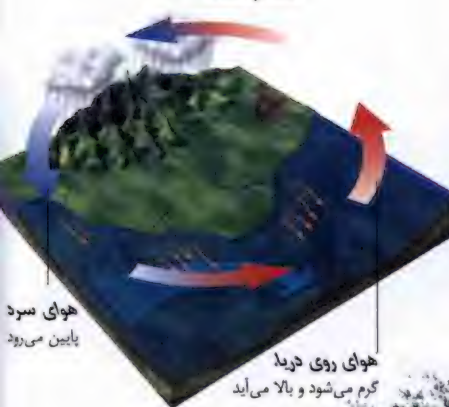
▼ نسیم‌های دریا و خشکی

بادهای محلی، که نسیم‌های دریا و خشکی نامیده می‌شوند، اغلب در مناطق ساحلی می‌وزند. در روز، خشکی سریع‌تر از دریا گرم می‌شود و هوای گرم آن رو به بالا می‌رود و هوای سرد روی آب، که می‌خواهد جای هوای گرم را بگیرد، نسیمی را از دریا به سوی خشکی پدید می‌آورد. اما در شب، برعکس، خشکی سریع‌تر از دریا خنک می‌شود؛ بنابراین، هوای بالای دریا به طرف بالا حرکت می‌کند و نسیم خنک ساحلی، از ساحل به سمت دریا می‌وزد.

نسیم روز






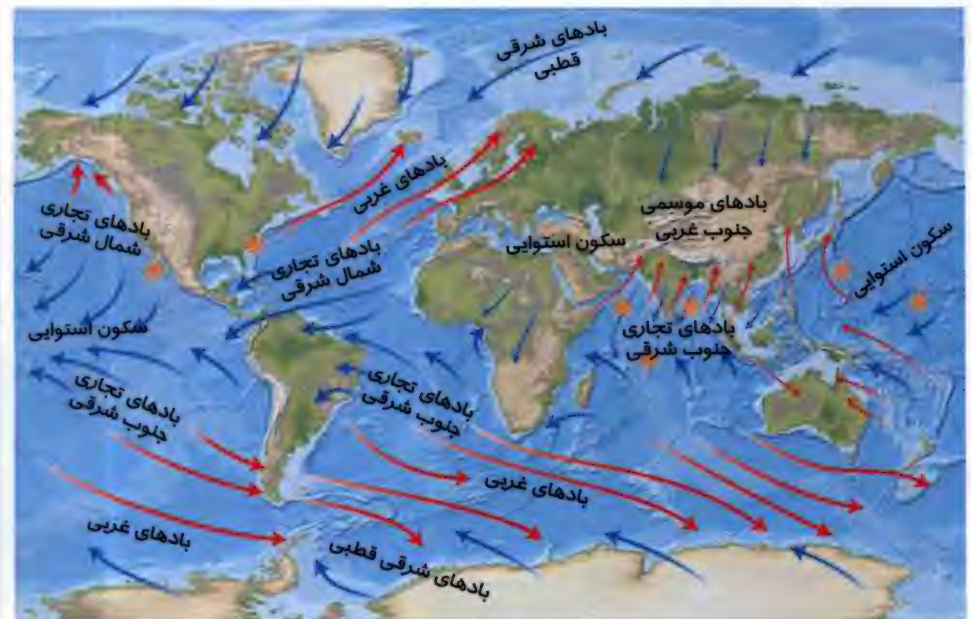
نسیم شب



بادهای مهم روی زمین

هوا، در قطب‌های زمین، پرفشار و سرد است، در استوا، هوا کم‌فشار و گرم است. وجود این ویژگی، به‌علاوه‌ی چرخش زمین، باعث به‌وجود آمدن الگویی از بادهای گرم و سرد در سراسر دنیا می‌شود. قاره‌ها و کوه‌های مرتفع نیز باعث به‌وجود آمدن الگوی بادی، نظیر بادهای موسمی در جنوب آسیا، می‌شوند. مناطق واقع بر خط استوا، که بادهای بسیار ملایم در آن‌جا می‌وزد، مناطق سکون استوایی نام دارند. کشتی‌های بادبانی قدیمی که به این محل‌ها می‌رسیدند، به ناچار باید مدت‌های طولانی در همان‌جا می‌مانند تا بادی بوزد و آن‌ها بتوانند به راه خود ادامه دهند.

-  گردبادهای استوایی
-  بادهای گرم
-  بادهای سرد



شاخه‌ها

در جهت باد رشد می‌کنند

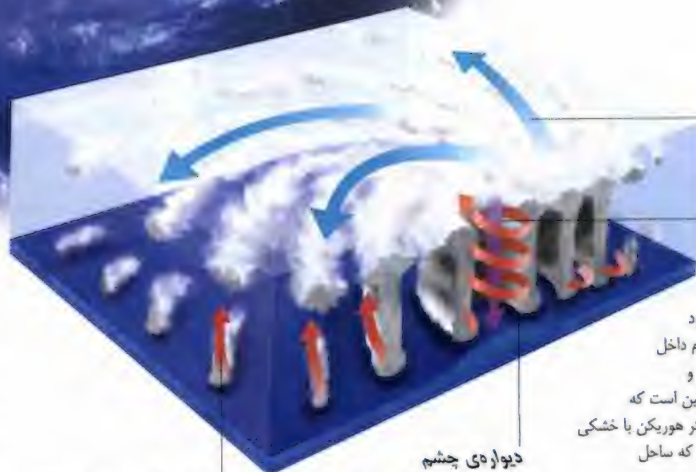
بادهای موسمی

بادها اغلب از یک جهت می‌وزند. اگر وزش این بادها شدید باشد، درخت‌ها کج می‌رویند. جهت باد همیشه یستگی به جایی دارد که باد از آن‌جا می‌وزد، نه به جایی که باد به سمت آن می‌وزد. مثلاً باد شرقی یعنی بادی که از شرق به غرب می‌وزد سرعت باد را با مقیاس متر در ساعت یا کیلومتر در ساعت، می‌سنجند. سرعت باد در دریاها، با مقیاس بوفورت از صفر (یلون باد) تا ۱۲ (باد شدید)، اندازه‌گیری می‌شود.



هوریکن

هوریکن، توفانی شدید و چرخشی، همراه با بادهای بسیار پر سرعت است. هوریکن به شکل گروهی از تندبادهایی در نزدیکی خط استوا شروع می شود. اگر این بادهای با هم شروع به چرخیدن کنند، توفان استوایی پدید می آید، که اگر سرعت بادهای به ۱۲۰ کیلومتر در ساعت برسد، به آن هوریکن گفته می شود. در اقیانوس آرام، به هوریکن، تیفون (typhoon) و در اقیانوس هند، سایکلون (cyclone) گفته می شود.



بادهایی که در ارتفاع بالا می وزند هوای خشک و سرد را با خود می برند

هوای خشک و سرد در چشم توفان پایین می آید

درون یک هوریکن

هر هوریکن، شامل ستون های چرخشی تندبادهایی می شود که به دور یک نقطه ی مرکزی ثابت می چرخند. هوای گرم داخل این ستون ها، در اطراف مرکز یا چشم به جریان در می آید و صعود می کنند. فشار هوای موجود در مرکز، به اندازه ای پایین است که در عبور از روی دریاها، آب به سمت بالا برآمده می شود. اگر هوریکن یا خشکی برخورد کند، این برآمدگی تبدیل به توده ای از آب می شود که ساحل را با یک موج توفانی به زیر آب می برد.

دیواره ی چشم از بادهای شدید و گرمی تشکیل شده است که به شکل چرخشی به سمت بالا حرکت می کنند

بادهای باران در اطراف چشم و به صورت مارپیچ بالا می روند

چشم هوریکن

مرکز و ابرهای توفانی و چرخشی هوریکن را می توان در این تصویر ماهواره ای که از فراز زمین گرفته شده است مشاهده کرد. شدیدترین بادهای در دیواره ی چشم (دیواره ای مرتفع از ابر در اطراف چشم) وجود دارند. سرعت این بادهای اغلب به ۳۰۰ کیلومتر در ساعت می رسد. البته در خود مرکز، تقریباً هیچ بادی وجود ندارد. قطر مرکز معمولاً بین ۸ تا ۲۵ کیلومتر است. پهنای هوریکن، گاه به بیش از ۸۰۰ کیلومتر می رسد.

تورنادو

تورنادو، ستونی در حال چرخش و قیف مانند از هواست. در داخل این ستون، بادهای می توانند با سرعتی بیش از ۴۸۰ کیلومتر در ساعت بوزند، اینها پرسرعت ترین بادهای روی زمین به شمار می آیند. این بادهای شدید، در مسیر خود ساختمان ها را ویران می کنند. تورنادوها در زیر توفان های رعد و برقی بزرگ به وجود می آیند و پهنای آنها می تواند از چند متر تا ۸۰۰ متر باشد. بیشتر تورنادوها در ایالات متحده، به خصوص در بخش مرکزی آن، اتفاق می افتند.

توفان های چرخشی (گردباد)

این تورنادو که در کانزاس، واقع در ایالات متحده، اتفاق افتاده، در مسیر خود خاک را به درون کشیده است. این بادهای شدید، هر چیزی را که با آن برخورد کند، از بین می برند. تکه های باقی مانده از اجسام، که به اطراف پرتاب می شوند، بسیار خطرناک هستند. خسارت های تورنادو، محدود به یک منطقه ی خاص و کوچک می شود؛ طوری که ممکن است خانه ای ویران شود، در حالی که خانه ی مجاور آن کاملاً سالم بماند.



هوا همیشه دارای مقداری بخار حاصل از تبخیر آب اقیانوس‌ها، دریاچه‌ها و زمین است. ابرها هنگامی تشکیل می‌شوند که هوا در دمای خاصی سرد شود؛ بنابراین این مقداری از بخار آب همراه آن تبدیل به آب یا یخ می‌شود. ابرها از میلیون‌ها قطره‌ی ریز آب یا بلورهای یخ، که از شدت کوچکی در هوا معلق هستند، ساخته می‌شوند. به مقدار بخار آب موجود در هوا **رطوبت** گفته می‌شود. هوای گرم و مرطوب اغلب باعث به وجود آمدن **توفان‌های رعد و برقی** می‌شود.

▼ چگونگی تشکیل ابر

برای تشکیل ابر، هوای مرطوب باید صعود کند. این هوای مرطوب، به هنگام بالا رفتن، سرد و منبسط می‌شود و بخار آب موجود در آن تبدیل به آب یا یخ می‌شود. هوا به سه روش صعود می‌کند.



جریان‌های
همرفتی

در روزهای گرم، زمین هوای بالای خود را گرم می‌کند. هوا منبسط می‌شود و به سمت بالا می‌رود و ابرهای همرفتی تشکیل می‌شوند.



هوا از دامنه‌های
کوه صعود می‌کند

وقتی هوا به یک رشته کوه می‌رسد، بالا می‌رود و سرد می‌شود. این پدیده باعث تشکیل ابرهایی به نام اوروگرافیک می‌شود.



هوا گرم
به سمت بالا می‌رود

در یک جبهه‌ی هوا (جایی که هوای گرم و سرد با هم برخورد می‌کنند) هوای گرم بالای هوای سرد می‌رود و ابرهای جبهه‌ای تشکیل می‌شوند.



سیروس



آلتو کومولوس



آلتو کومولوس و استراتوس



کومولوس

▲ انواع ابر

ابرها بر اساس شکل و ارتفاعشان از سطح دریا، نام‌گذاری می‌شوند. ابرهای کومولوس توده‌ای پشته‌پشته و ابرهای استراتوس لایه‌لایه‌اند. واژه‌ی آلتو (alto) به معنای «سطح متوسط» و سیرو (cirro) به معنای «سطح بالا» است. بنابراین این ابرهای کومولوس، توده‌ای هستند و در سطح پایین قرار دارند، ابرهای استراتوس لایه‌لایه‌اند و ارتفاعشان کم است. آلتو کومولوس‌ها، ابرهایی توده‌ای در سطح متوسط هستند و ابرهای سیروس، پرمانند و مرتفع‌اند.



قله‌ی سفید و قارچی شکل

ابر از بلورهای یخ تشکیل شده است

ابرهای کومولونیمبوس

ابرهای بسیار مرتفع کومولونیمبوس، هنگامی به وجود می‌آیند که یک ابر کومولوس، هنگام صعود دچار آشفتگی شود. ارتفاع این ابرها گاه به ۹۰۰۰ متر هم می‌رسد، ابرهای کومولونیمبوس، باران‌های سیل‌آسا، تگرگ و وزش بادهای تند و سرد را موجب می‌شوند.

رطوبت

رطوبت مقدار بخار آب موجود در هواست. هر چه هوا گرم‌تر باشد، بخار آب بیشتری را در خود جا می‌دهد. هوای اشباع شده هوایی است که دارای بیشترین مقدار بخار آب در دمایی خاص باشد. رطوبت نسبی، مقدار واقعی بخار آب موجود در هوا، در مقایسه با حداکثر مقدار بخار آب لازم برای اشباع شدن هوا در آن دما است. رطوبت نسبی هوای اشباع شده، به صد در صد می‌رسد.



▲ مه

مه لایه‌ای از ابر است که در نزدیکی زمین قرار می‌گیرد. این پدیده هنگامی روی می‌دهد که هوای گرم و مرطوب به مناطقی که آب یا زمین آن سرد است، نزدیک می‌شود. گاه مه هنگامی به‌وجود می‌آید که هوای مرطوب با زمینی که در شب‌های صاف و آرام به‌سرعت سرد شده است، تماس پیدا می‌کند.



▲ برفک

اگر دمای هوا به زیر نقطه‌ی انجماد (صفر درجه) برسد، رطوبت موجود در آن به‌صورت بلورهای ریز یخ در سطح اجسام، که به برفک درون یخچال شبیه است، در می‌آید. شبنم هنگامی تشکیل می‌شود که مقداری از بخار آب موجود در هوای مرطوب با سطح سرد زمین تماس پیدا می‌کند. این بخارها به‌جای برفک زدن، تبدیل به قطرات ریز آب می‌شوند.

توفان رعد و برقی

این وضع هنگامی به‌وجود می‌آید که یک ابر کومولونیمبوس بیش از اندازه بزرگ شود. این ابر باعث ایجاد صاعقه، رعد و برق، بارش سنگین باران و تگرگ، وزش بادهای شدید و حتی تورنادو (گردباد) می‌شود. هر روز، حدود ۴۰۰۰ توفان از این نوع در دنیا - البته بیشتر در مناطق استوایی که هوای آن‌ها گرم و مرطوب است - اتفاق می‌افتد. ابرهای توفان‌زا را می‌توان از قسمت مسطح شده‌ی بالای آن‌ها تشخیص داد.

صاعقه

صاعقه، جرقه‌ی مهیب الکتریسته است. وقتی بلورهای یخ و قطره‌های ریز آب معلق در هوا در داخل ابر توفان‌زا، با هم برخورد می‌کنند، الکتریسته‌ی ساکن ایجاد می‌شود. صاعقه هنگامی به‌وجود می‌آید که جرقه‌ی الکتریکی در درون یک ابر یا بین دو ابر و یا یک ابر و زمین پدید آید. یک جرقه‌ی صاعقه می‌تواند هوا را حدود ۳۰۰۰۰ درجه سانتی گراد، آن هم در یک لحظه، گرم کند؛ بنابراین این هوا به‌طور ناگهانی منبسط می‌شود و صدای مهیبی را پدید می‌آورد.

چگونگی ایجاد صاعقه

بار منفی در قاعده‌ی یک ابر توفان‌زا و بار مثبت در نوک آن جمع می‌شود. بارهای مثبت و منفی یکدیگر را جذب می‌کنند و صاعقه در ابر ایجاد می‌شود. بارهای منفی موجود در قاعده‌ی ابر نیز بارهای مثبت زمین را جذب می‌کنند. بنابراین این، جرقه‌ی صاعقه، به‌سرعت در هوای بین ابر و زمین جاری می‌شود.



+ بار مثبت
- بار منفی

باران

رطوبتی که در ابرها جمع می‌شود، سرانجام به شکل باران، برف یا تگرگ به زمین برمی‌گردد. برای شروع بارندگی، قطره‌های ریز آب معلق در ابرها به هم برخورد می‌کنند و قطره‌های بزرگ‌تری تشکیل می‌دهند. وقتی این قطره‌ها به اندازه‌ای بزرگ و سنگین شوند که دیگر نتوانند در هوا بمانند، به صورت باران به سوی زمین می‌آیند. زمانی هم که دانه‌های برف در هوا ذوب شوند، قطره‌های باران را می‌سازند.

باد و باران

یک رگبار، خیابان‌های شهر را کاملاً خیس می‌کند. باران به صورت یک خط ممتد فرو می‌بارد، ولی هر قطره‌ی باران شکلی گرد و صاف دارد. ریزش باران برای گیاهان و جانوران حیاتی است؛ اما باران سیل‌آسا می‌تواند منجر به بروز سیل شود. بارندگی در برخی از قسمت‌های دنیا بیش از برخی دیگر است. مناطق ساحلی و استوایی اغلب مرطوب هستند، در حالی که در بیابان‌های موجود در میانه‌ی خشکی‌ها تقریباً هرگز باران نمی‌بارد.

▲ رنگین کمان

وقتی نور خورشید از میان قطره‌های باران می‌گذرد، هلال درخشان رنگین کمان در آسمان ظاهر می‌شود. نور خورشید، درون هر قطره‌ی آب، به هفت رنگ قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی، نیلی و بنفش تجزیه می‌شود.



▼ چرخه‌ی آب

رطوبت از سطح زمین صعود می‌کند و به صورت چرخه‌ی پایان‌ناپذیری که انرژی خورشید آن را به وجود می‌آورد، به زمین باز می‌گردد. وقتی خورشید به سطح دریاچه‌ها، اقیانوس‌ها و یخچال‌ها می‌تابد و آب آن‌ها را گرم می‌کند، آب تبخیر می‌شود (تبدیل به بخار می‌شود). به هوا می‌رود و در ابرها جمع می‌شود. در دماهای پایین‌تر، بخار آب متراکم می‌شود (تبدیل به مایع می‌شود) و به شکل باران، برف یا تگرگ به زمین می‌بارد.

باران و برف

بر زمین‌های مرتفع می‌بارد

بخار آب حاصل از تبخیر آب‌های دریاچه، رودخانه و اقیانوس‌ها

وقتی بخار آب سرد و متراکم می‌شود و به شکل قطرات ریز آب در آید، ابر تشکیل می‌شود

آب‌های زیرزمینی

به درون خاک و سنگ‌ها نفوذ می‌کند و سرانجام وارد رودها می‌شود

آب‌های سطحی

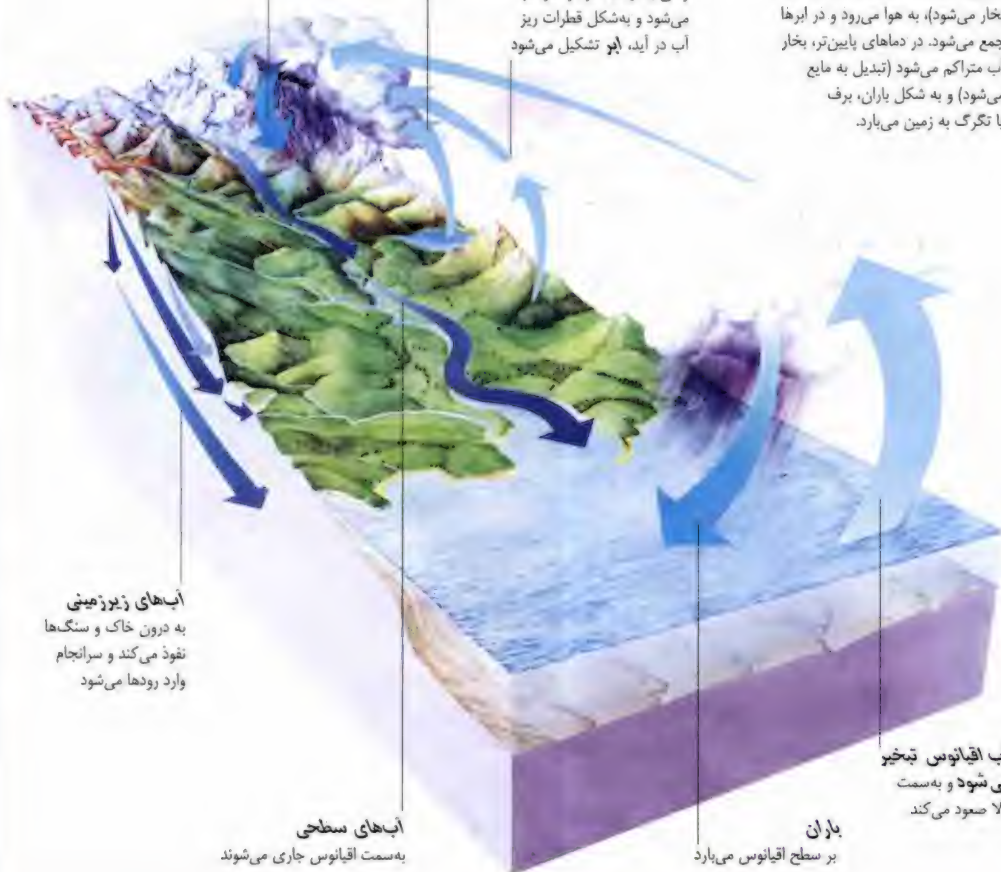
به سمت اقیانوس جاری می‌شوند

باران

بر سطح اقیانوس می‌بارد

آب اقیانوس تبخیر

می‌شود و به سمت بالا صعود می‌کند



هر دانه‌ی تگرگ مجموعه‌ای از بلورهای یخ است. این گلوله‌ها در داخل ابرهای توفان‌زا که تا ۱۰ کیلومتر بالای زمین امتداد دارند، تشکیل می‌شوند، دما در قاعده‌ی ابر توفان‌زا زیادتر از نوک آن است. این اختلاف دما باعث ایجاد جریان‌های قائم و پر قدرت هوا می‌شود. قطره‌های ریز آب در ابر منجمد می‌شوند و با سرعت به سمت بالا و پایین حرکت می‌کنند. هر بار که دانه‌ی تگرگ به سمت نوک سرد ابر رانده می‌شود، لایه‌ی جدیدی از یخ، اطراف آن را می‌گیرد، تا سر انجام این گلوله‌ها به اندازه‌ای سنگین می‌شوند که بر زمین فرو می‌بارند.



برش عرضی
دانه‌ی تگرگ



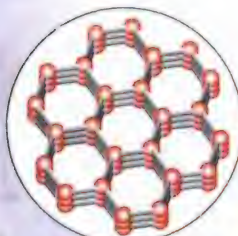
دانه‌ی تگرگ

▲ لایه‌های یخ

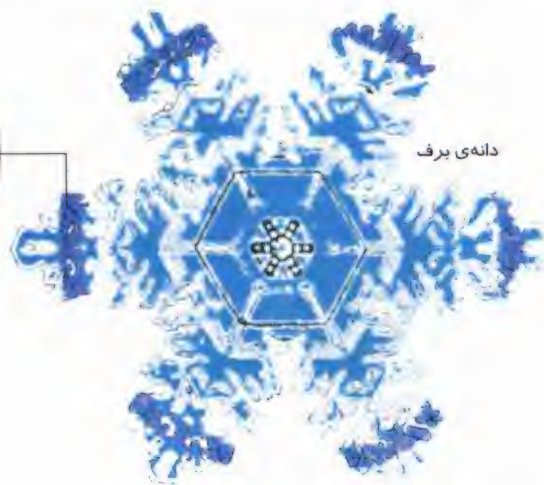
در این عکس، که از برش عرضی یک دانه‌ی تگرگ به اندازه‌ی یک پرتقال و با نور پولاریزه گرفته شده است، می‌توان لایه‌های یخ را به خوبی دید. هر لایه نشان دهنده‌ی یک حرکت چرخشی دانه تگرگ به سمت بالا و پایین ابر توفانی است. دانه‌های تگرگ، در این اندازه، به ندرت تشکیل می‌شوند و قطر بیشتر آن‌ها در حدود یک سانتیمتر است. بارش تگرگ، معمولاً خطرناک است و ممکن است باعث شکستن شیشه‌ها، فرو رفتگی سقف ماشین‌ها، نابودی محصولات یا حتی کشته شدن مردم شود.

برف

برف در ابرهایی که در ارتفاعات بالا قرار دارند، در دمای ۲۰- تا ۴۰- درجه سانتی‌گراد، و وقتی بخار آب به شکل بلورهای یخ در می‌آید، تشکیل می‌شود. بلورها با هم برخورد می‌کنند و دانه‌های بزرگ‌تر برف را تشکیل می‌دهند. این دانه‌های سنگین دیگر در هوا معلق نمی‌مانند و به سمت زمین فرو می‌بارند. گاهی اتفاق می‌افتد که برف و باران با هم توأم می‌شوند و برفی آبدار روی زمین می‌نشیند.



ساختار شبکه‌ای
بلور برف



دانه‌ی برف

◀ کولاک

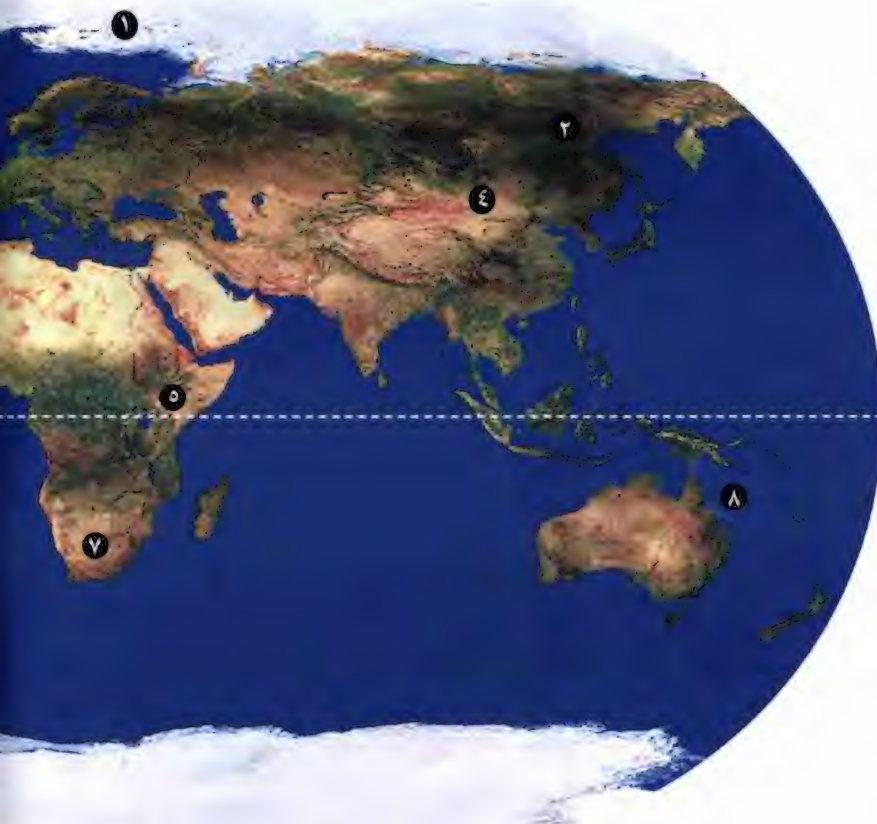
در این تصویر، توفان برفی را می‌بینید که در شهر نیویورک اتفاق افتاده و باعث کندی رفت و آمد شده است. بارش برف می‌تواند باعث زیبایی خیابان‌های شهر و بیرون شهر شود. اما کولاک‌های شدید خطرناک هستند. در ژانویه ۱۹۹۷، بارش سنگین برف در شرق کانادا و ایالات متحده باعث ریزش سقف خانه‌ها، شکستن درخت‌ها و قطع کابل‌های برق شد.

▲ شکل بلور برف

بلور برف، تک بلوری از جنس یخ است. یک دانه‌ی برف می‌تواند یک بلور برف یا چند بلور به هم چسبیده باشد. تمام بلورهای برف دارای شکلی شش وجهی هستند. مولکول‌های ریز آب داخل یخ، در یک شبکه‌ی منظم شش وجهی قرار می‌گیرند.

زیستگاه‌ها

زیستگاه جایی است که گیاهان و جانوران در آن زندگی می‌کنند و غذا و پناهگاه آن‌ها از این مکان تأمین می‌شود. زیستگاه می‌تواند کوچک، مانند یک درخت یا برکه، و یا وسیع، مانند یک جنگل استوایی یا بیابان، باشد. شرایط فیزیکی و نوع رویش گیاهی قسمتی از ویژگی‌های یک زیستگاه است. **تخریب زیستگاه‌ها** اتفاقی است که در بسیاری از نقاط جهان با آن روبرو هستیم.



▶ زیستگاه‌های قطبی و توندرا

جزیره‌های اسوالبارد (Svalbard)

واقع در شمال نروژ، ترکیبی از یخچال‌ها و توندراهای قطب شمال است. توندرا دشتی باتلاقی است که از خز، گل‌سنگ و بوته‌های کوتاه پوشیده شده است. دمای هوا در زیستگاه‌های قطبی گاه به ۴۰ درجه سانتی‌گراد هم می‌رسد.

▶ جنگل شمالی

در سبزی، واقع در شمال آسیا، و در شمال آمریکای شمالی و اروپا، جنگل‌های کاج و سیمی با دریاچه‌ها، برکه‌ها و رودخانه‌های بسیار وجود دارد. درخت‌های این منطقه، که وسیع‌ترین زیستگاه دنیا است، از نوع مخروط داران، تنلی صنوبر، کاج و سرو، است. برگ‌های نازک و سوزنی این درخت‌ها باعث ادامه‌ی حیات آن‌ها در آب و هوای سرد این منطقه می‌شود. گیاهان این منطقه فقط طی تابستان کوتاه و سرد رشد می‌کنند.

▶ جنگل‌های برگ‌ریز

(جنگل معتدل)

درخت‌های پهن‌برگ این جنگل رنگ‌های پاییزی را به نمایش گذاشته‌اند. مناطقی که بین دو قطب و استوا قرار گرفته‌اند، آب و هوای معتدل، یا زمستان‌های سرد و تابستان‌های گرم، دارند. زیستگاه‌های جنگل معتدل، درخت‌هایی پهن‌برگ دارند، برگ این درخت‌ها در پاییز می‌ریزد و در بهار جوانه می‌زند.

▶ علفزارها

گله‌های اسب در مراتع وسیع استپ‌های مغولستان می‌چرند در این مناطق، که تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های سرد و خشک دارند، فقط علف می‌رویند، زیرا هوا برای رشد درخت‌ها بسیار خشک است.

تخریب زیستگاه‌ها

تخریب زیستگاه‌ها شامل خسارت‌هایی می‌شود که بعضی از مشاغل مرتبط با جنگل و کشاورزی به زیستگاه‌هایی مانند جنگل‌ها و باتلاق‌ها وارد می‌کنند. بسیاری از گونه‌های گیاهی و جانوری در زیستگاهی کوچک زندگی می‌کنند و قادر به زندگی در جاهای دیگر نیستند. برآورد شده است که هر روز بیش از صد گونه‌ی جانوری و گیاهی بر اثر تخریب زیستگاه‌ها نابود می‌شوند.

▶ جنگل‌زدایی

بریدن درختان طبیعی جنگل (به جای جنگل‌کاری) را جنگل‌زدایی می‌گوییم. جنگل‌های بارانی استوایی بیشترین تخریب را تحمل می‌کنند. درخت‌ها را یا برای تهیه‌ی الوار قطع می‌کنند یا به منظور ایجاد فضا برای کشاورزی و دامداری می‌سوزانند. هر روز، در سراسر دنیا، جنگلی وسیع‌تر از یک شهر از بین می‌رود.





ساوانا

این یوزپلنگ در کنیا، واقع در شرق آفریقا، مشغول تماشای آنتلوپ‌هایی است که در دشت به چرا مشغولند. این علفزار، در نزدیکی خط استوا و جایی که هوا در تمام سال گرم است، قرار دارد. مقدار بارش سالانه در این منطقه تنها برای رویش علف و تعداد کمی درخت کافی است. در این منطقه جنگل دیده نمی‌شود.



جنگل استوایی

جنگل‌های پرباران، نظیر جنگل‌های بارانی آمازون در آمریکای جنوبی، در مناطق استوایی قرار دارند، که در تمام طول سال گرم است و تقریباً هر روز در آن‌جا باران می‌بارد. جنگل بارانی از سه زیستگاه اصلی تشکیل شده است: لایه‌های بالایی درخت‌ها (یا چتر درختان)، لایه‌ی پایینی که تاریک‌تر و سردتر است و کف جنگل. گونه‌هایی که در این منطقه زندگی می‌کنند، در مقایسه با سایر زیستگاه‌ها، بسیار متنوع‌ترند.



بیابان

این درخت کوهپور، در بیابان‌های دماغه‌ی شمالی آفریقا، با ذخیره آب در تنه‌ی تنومند خود، با این زیستگاه خشک سازگار شده است. بیابان زیستگاهی خشک است که گاه سال‌ها بارانی در آن نمی‌بارد. گیاهان و جانورانی که در این منطقه زندگی می‌کنند باید خود را با دمای روز، که به بیش از ۵۰ درجه سانتی گراد می‌رسد، و شب‌های سرد آن سازش دهند.



اقیانوس

مرجان‌هایی که ریف بزرگ واقع در آب‌های شمال شرقی استرالیا را پدید آورده‌اند، جانداران آبزی بسیار گوناگونی را در خود جا داده‌اند. سه زیستگاه اصلی اقیانوس عبارتند از: آب‌های سطحی که نور خورشید در آن‌ها نفوذ می‌کند، آب‌های سرد و عمیق که تا عمق بیش از ۶۰۰۰ متر ادامه دارد و بستر اقیانوس که موجودات به‌طور پراکنده در آن زندگی می‌کنند. حیات در هر لایه وجود دارد، که البته در منطقه‌ی نورگیر سطحی، فراوانی زیادی‌تری دارد چون در آن‌جا غذا زیادتر یافت می‌شود.



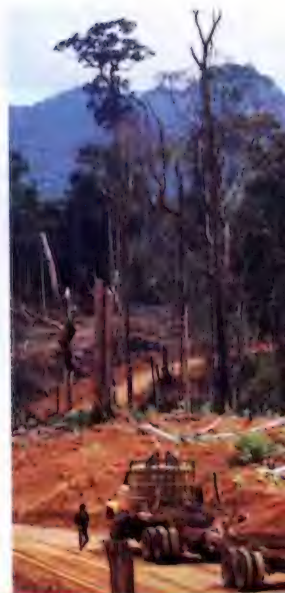
زیستگاه‌های زمین

رنگ‌های مختلف این تصویر ماهواره‌ای نشان‌دهنده‌ی رویش گیاهی در قسمت‌های مختلف سطح زمین، از پهنه‌های یخی و قطب‌ها تا جنگل‌های بارانی استوا است. ویژگی زیستگاه‌های خشکی، شامل طبیعت آن محل، آب و هوا (الگوی هوایی آن منطقه در طول سال) و رویش گیاهی آن جا می‌شود. زیستگاه‌های زمین را در مجموع، «زیست کره» می‌نامند.



ریف‌های آسیب دیده

ریف‌های مرجانی که در دریاهای کم عمق استوایی به‌وجود می‌آیند، یکی از غنی‌ترین زیستگاه‌های زمین‌اند. ریف‌ها محل زندگی گونه‌های مختلف ماهی و دیگر جانوران دریایی هستند. در آب‌های کم عمق اطراف جزیره‌ی مالدیو، واقع در اقیانوس هند، ریف‌های مرجانی را به‌عنوان مصالح ساختمانی، یا فروش به گردشگران از محل خود جدا کرده‌اند. این اقدامات باعث نابودی ریف‌ها و به خطر انداختن زندگی جانورانی است که حیات آن‌ها به‌وجود همین ریف‌ها پستی دارد.





▲ منابع آبی

آب ذخیره شده در پشت سدها، مانند این سد که روی رودخانه فرات در ترکیه بسته شده، برای استفاده در خانه‌ها، صنایع و آبیاری مزارع، از طریق لوله به شهرها منتقل می‌شود. این سد دارای یک ایستگاه برقایی است که قسمتی از برق ترکیه را تأمین می‌کند. آب مهم‌ترین ذخیره‌ی طبیعی زمین است و بدون آن، حیات در سیاره‌ی ما وجود نخواهد داشت.

منابع زمین

زمین از منابع طبیعی بسیاری برخوردار است که استفاده از آن‌ها زندگی را در دنیای جدید ممکن می‌سازد. برای مثال، سنگ‌ها به شکل اولیه‌ی خود در ساختمان‌سازی کاربرد دارند، اما می‌توان با انجام کارهایی، از آن‌ها در ساخت پل و ماشین‌ها، تراشه‌های سیلیسی، جواهرات و غیره استفاده کرد. **سوخت‌های فسیلی** و نیز آب‌هایی که در رودخانه‌ها جاری می‌شوند، باد و حتی خورشید، انرژی لازم ما را تأمین می‌کنند. منابعی مانند سنگ و سوخت‌های فسیلی، اغلب باید با **معدن‌کاوی** از زمین استخراج شوند.



▲ کشاورزی

در دشت‌های وسیع بخش‌های مرکزی ایالات متحده، مقدار زیادی غله کاشته می‌شود. گیاهانی که در خاک می‌رویند مقدار زیادی از املاح موجود در آن را مصرف می‌کنند. به همین سبب، کشاورزها با استفاده از کودهای شیمیایی سعی دارند بخشی از آن مواد را دوباره به خاک برگردانند. در ضمن، انجام فعالیت‌ها کشاورزی به آب فراوانی هم نیاز دارد.

► مصالح ساختمانی

سنگ‌های مرمری که از این معدن در ایتالیا استخراج می‌شوند، برای استفاده در ساختمان‌سازی، تراش و شکل داده می‌شوند. در انواع دیگر سنگ‌ها، نظیر گرانیت، ماسه سنگ و سنگ‌های آهکی نیز همین فرایند انجام می‌شود. سنگ‌ها در جاده‌سازی نیز کاربرد زیادی دارند، به‌ویژه که ماده‌ی اولیه و اصلی بتون را هم سنگ‌های خرد شده یا ریگ و شن تشکیل می‌دهد. از خاک رس نیز در تهیه ظروف سفالی، آجر، و از نوع مرغوب‌تر و خالص‌تر آن در ساخت سرامیک و چینی استفاده می‌شود.



در سنگ‌ها انواع مختلفی از مواد معدنی ارزشمند وجود دارد. معدن کاوی و استخراج معادن شامل فعالیت‌هایی چون منفجر کردن، سوراخ کردن و بیرون آوردن سنگ‌ها، برای استخراج مواد معدنی می‌شود. از بیشتر معادن برای تهیه مصالح ساختمانی، زغال سنگ و فلزات و در مواردی، استخراج کانی‌های قیمتی، استفاده می‌شود. فعالیت‌های استخراج معدن، اصولاً در محیطی پر از گرد و خاک و سر و صدا انجام می‌شود و در مواردی، برای استخراج به استفاده از مواد شیمیایی مضر برای محیط زیست نیاز است.

معدن زیرزمینی

این معدن طلا در اندونزی، نمونه‌ای از معدن زیرزمینی است، که در آن‌ها سنگ‌ها را به وسیله حفاری با دستگاه‌ها از اعماق زمین بیرون می‌آورند. دو نوع معدن زیرزمینی مهم وجود دارد: معدن‌های عمیقی که باید با حفر چاه و سپس تونل‌های افقی به محل ذخیره‌ها برسند، و معدن کم‌عمق که با حفر تونل می‌توان به رگه‌های مواد مورد نظر دسترسی پیدا کرد. کار در معدن زیرزمینی، به علت احتمال بروز سیل، وجود گازهای منفجر شونده، زلزله و سقوط سنگ‌ها، بسیار خطرناک است.



معدن روباز

در بعضی از نقاط، کانسنگ‌های فلزی در نزدیکی سطح زمین قرار دارند و انجام فعالیت در آن‌ها، ارزان‌تر و آسان‌تر است؛ زیرا در این روش، نیاز به حفر تونل نیست، اما به طبیعت خسارت بیشتری وارد می‌شود. پس از حفاری، سنگ معدن را به وسیله چرخ‌های دستی، خط آهن یا نوارهای نقاله به محل‌های مورد نظر حمل می‌کنند.



سوخت‌های فسیلی

زغال سنگ، نفت و گاز را سوخت‌های فسیلی می‌گویند؛ زیرا از بقایای گیاهان و جانورانی که میلیون‌ها سال پیش در میان لایه‌های رسوبی دفن شده‌اند، به وجود می‌آیند. بیشتر انرژی که امروزه از آن استفاده می‌کنیم، از سوخت فسیلی تأمین می‌شود. سوخت‌های فسیلی ذخایر تجدید ناپذیر به شمار می‌آیند؛ یعنی پس از یک بار مصرف، دیگر جایگزین نمی‌شوند.

نفت و گاز طبیعی

بسیاری از ذخایر نفت و گاز دنیا در بستر دریا یافت می‌شوند. با حفاری در بستر دریا این ذخایر را استخراج و به سکوها و ویژه‌ای منتقل کنند. نفت و گاز معمولاً در کنار هم یافت می‌شوند. آن‌ها از بدن موجودات ذره‌بینی دریایی تشکیل شده‌اند که از میلیون‌ها سال پیش در زیر لایه‌های رسوبی مدفون مانده‌اند. نفت منبع تولید مواد شیمیایی مختلف و نیز سوخت است.



پس از ۳۶۰ میلیون سال

طی ۹۰ میلیون سال

سال اول

زغال سنگ

زغال سنگ از دفن بقایای گیاهی پیش از پوسیدگی کامل به وجود می‌آید. وقتی بقایای گیاهان (به ویژه خزها) در نزدیکی سطح زمین و به‌طور ناقص تجزیه شوند به نوعی ماده‌ی سوختنی بسیار ناخالص به نام تورب تبدیل می‌شوند. از تنه‌ی درختان مدفون شده در لایه‌های رسوبات، در عمق‌های بالاتر، نوعی زغال سنگ نارس، به نام لیگنیت، حاصل می‌شود که با دود زیادی می‌سوزد. برای تشکیل زغال سنگ مرغوب، و به‌ویژه آنتراسیت، که درصد کربن بالایی دارد، بقایای گیاهی باید مدت‌های طولانی‌تری در اعماق زمین باقی بمانند.

آنتراسیت

زغال قیری

لیگنیت

تورب

مواد گیاهی



آلودگی

آلودگی حاصل مواد زایدی است که ما در محیط زیست وارد می‌کنیم. این مواد می‌توانند به گیاهان و جانوران و حتی انسان، آسیب برسانند. کارخانه‌ها و خانه‌ها، فعالیت‌های کشاورزی، خودروها، کشتی‌ها، کامیون‌ها و هواپیماها باعث آلودگی محیط می‌شوند. آلودگی شامل دود حاصل از آتش، دود اگزوز موتورها، مواد شیمیایی سمی حاصل از فعالیت‌های صنعتی و زباله‌هایی، نظیر قوطی‌های پلاستیکی، و فاضلاب‌ها می‌شود. این مواد باعث آلوده شدن طبیعت، رودخانه، دریاچه، دریا و هوا می‌شوند. صدا و نور شدید نیز انواع دیگری از آلودگی هستند.

▲ آلودگی هوا

شهر بانکوک در تایلند، پوشیده از مه دود (ترکیبی از مه و دود) است. این پدیده باعث بروز اختلالات تنفسی مانند آسم و برونشیت می‌شود. دود حاصل از موتور خودروها، نیروگاه‌ها و کارخانه‌ها، از گازهای زاید، گرد و خاک و ذرات دوده‌ای حاصل از سوخت ناقص تشکیل شده است. گازهای زاید زیان‌آور، شامل دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسید کربن و مونو اکسید کربن می‌شوند.



► اثر گلخانه‌ای

بعضی از گازهای اتمسفری گرمای خورشید را در خود نگه می‌دارند. به این فرایند اثر گلخانه‌ای گفته می‌شود؛ زیرا در این حالت، اتمسفر مانند شیشه‌ی گلخانه عمل می‌کند. اثر گلخانه‌ای فرایندی طبیعی است؛ اما آلودگی هوا باعث افزایش گازهایی نظیر دی‌اکسید کربن، بخار آب و متان می‌شود که اثر گلخانه‌ای را به‌وجود می‌آورند.

خورشید

گازهای گلخانه‌ای

زمین را در بر می‌گیرد و مقداری از گرمای خورشید را جذب می‌کند

گرمای خورشید، زمین را گرم می‌کند



► باران اسیدی

این درخت، مانند بسیاری دیگر از درختان سبزی، بر اثر ریزش باران‌های اسیدی که به علت وجود آلاینده‌هایی نظیر دی‌اکسید گوگرد و اکسیدهای نیتروژن به‌وجود می‌آیند، خشکیده است.



► آلودگی آب

آلودگی آب این دریاچه در کنار شهر ریودوژانیرو، در برزیل، باعث کاهش مقدار اکسیژن در آب و مرگ ماهی‌ها شده است. نشت مواد نفتی از نفت‌کش‌ها به آب دریا باعث به‌وجود آمدن لایه‌ای از نفت خام در سطح آب می‌شود. وقتی نفت به خشکی می‌رسد، سواحل را می‌پوشاند و باعث مرگ پرندگان دریایی می‌شود.



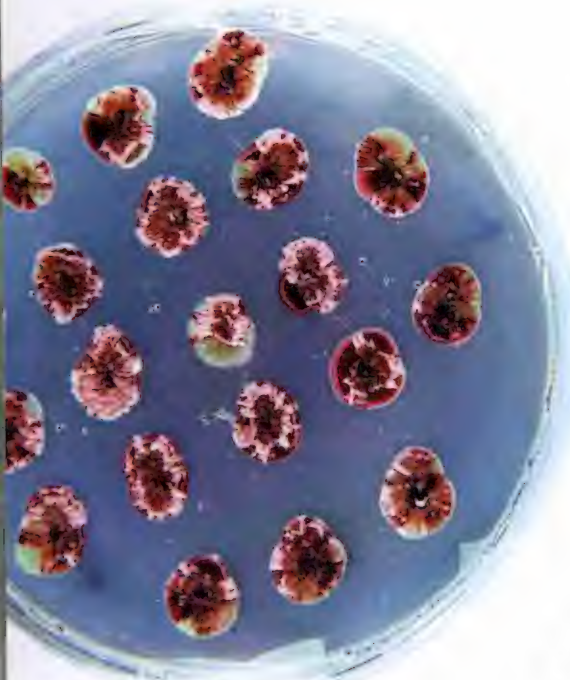
► گرم شدن هوای زمین

برف‌های کوه آند، در بولیوی، در حال آب شدن هستند؛ زیرا دمای هوا رو به افزایش بوده است، به این افزایش تدریجی هوا، گرم شدن هوای زمین گفته می‌شود. علت وقوع این پدیده این است که دی‌اکسید کربن حاصل از مصرف سوخت‌ها، باعث افزایش اثر گلخانه‌ای شده است و با ادامه‌ی این فرایند و ذوب تدریجی یخ‌های قطبی، سطح آب دریاها نیز بالاتر خواهد آمد.



توسعه‌ی پایدار

ما با مصرف منابع کمیاب و در حال کاهش - نظیر نفت، زغال سنگ و گاز - و ایجاد آلودگی، مشکلاتی را برای نسل‌های آینده به وجود می‌آوریم. اکنون باید روش‌هایی برای تأمین نیازهای خود در نظر بگیریم تا زمین را برای آیندگان از خطر حفظ کنیم. طرح توسعه‌ی پایدار ایجاد کیفیت مناسب زندگی برای هر فرد، بدون ایجاد آلودگی یا مصرف بی‌رویه‌ی منابع تجدیدناپذیر، است. استفاده از انواع تجدیدپذیر انرژی و جلوگیری از اسراف، گامی به سوی توسعه‌ی پایدار است.



انرژی حاصل از سوخت‌های زیستی

این باکتری‌ها سلولز را که ماده‌ای فراوان و موجود در گیاهان است، به الکل (اتانول) تجزیه می‌کنند. از این نوع الکل می‌توان به جای بنزین استفاده کرد. اتانول نوعی سوخت زیستی است. سوخت‌های زیستی، ذخایر انرژی تجدیدپذیرند، زیرا از گیاه تهیه می‌شوند و گیاه قابل کشت مجدد است.

بهره‌گیری از فناوری زیستی

این روستای جالب واقع در کشور دانمارک، نمونه خوبی از نحوه‌ی کاربرد فناوری در توسعه‌ی پایدار و کاهش خسارت به محیط زیست است. بیشتر برقی که روستاییان این منطقه برای روشنایی و فعالیت دستگاه‌ها نیاز دارند، به وسیله‌ی یک توربین بادی تأمین می‌شود. خانه‌های گنبد شکل اغلب با نور خورشید گرم می‌شوند و برای کاهش اتلاف گرما، کاملاً عایق بندی شده‌اند. روستاییان غذای خود را از راه‌های طبیعی تأمین و فاضلاب را نیز با روش‌های سنتی خود دفع و فرآوری می‌کنند.



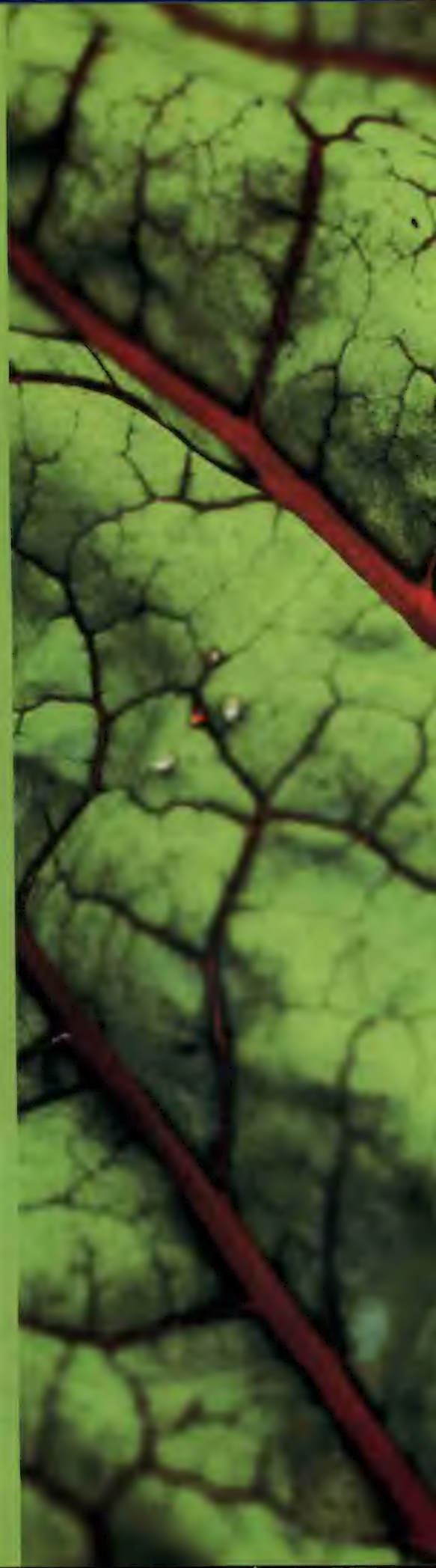
انرژی خورشیدی

در این ایستگاه انرژی خورشیدی در بیابان موهایی در کالیفرنیا، آینه‌های بزرگ پرتوهای نور خورشید را برای گرم شدن روغن داخل لوله‌ها، منعکس می‌کنند. روغن آب را گرم و تبدیل به بخار می‌کند و بخار حاصل توربین ژنراتورهای برقی را به حرکت در می‌آورد. خورشید منبع مهمی از انرژی تجدیدپذیر است که در کشورهای در حال توسعه قابلیت تولید بیشتری دارد. در این کشورها از انرژی خورشیدی می‌توان برای تولید برق و گرما در مناطق روستایی استفاده کرد.





گیاهان



۲۷۱	گیاهان گوشت‌خوار	۲۵۴	رده‌بندی گیاهان
۲۷۲	حساسیت گیاهان	۲۵۶	کالبدشناسی گیاهانی
۲۷۴	بقای گیاهان	۲۵۸	فتوستنز
۲۷۶	گیاهان غذایی	۲۵۹	تعرق
۲۷۸	محصولات دستکاری شده‌ی ژنی	۲۶۰	گیاهان بی‌دانه
۲۷۹	گیاهان دارویی	۲۶۲	گیاهان دانه‌دار
۲۸۰	فراورده‌های گیاهی	۲۶۴	گیاهان مخروط‌دار
۲۸۲	قارچ‌ها	۲۶۵	گیاهان گل‌دار
۲۸۴	باکتری‌ها	۲۶۶	گرده افشانی
۲۸۵	موجودات تک‌سلولی	۲۶۸	درختان
۲۸۶	جلبک‌ها	۲۷۰	گیاهان انگل

رده‌بندی گیاهان

گیاهان به یکی از پنج فرمانرو موجودات زنده تعلق دارند، که به آن **فرمانرو گیاهان** می‌گویند. گیاهان را بر پایه‌ی شباهت‌هایشان در گروه‌های کوچک‌تر جا می‌دهند. همه‌ی گیاهان شباهت‌هایی با هم دارند: از سلول‌های بسیار تشکیل شده‌اند؛ با استفاده از آب، دی‌اکسید کربن و انرژی نور، در فرایندی شیمیایی به نام فتوسنتز، غذای خود را می‌سازند؛ و فرآورده‌ی جانبی این فرایند اکسیژن حیات بخش است که آن را به محیط آزاد می‌کنند.



کارول لینه

سوئدی، ۱۷۰۷-۱۷۷۸
لینه که طبیعی‌دان بود، نخستین روش یکپارچه و علمی را برای شناسایی و نام‌گذاری گیاهان و جانوران ابداع کرد. امروزه نیز برای رده‌بندی از روش او استفاده می‌کنند. هر نام علمی لینه‌ای دو بخش دارد: بخش اول، نشان‌دهنده‌ی سرده و بخش دوم بیانگر گونه است.

ویژگی‌های برگ

همه‌ی موجودات زنده برای زنده ماندن و رشد به غذا نیاز دارند. گیاهان در فرایند فتوسنتز غذا می‌سازند. در این فرایند شیمیایی مواد زیادی ساخته می‌شود که گیاهان آن‌ها را آزاد می‌کنند. گیاهان نیز مانند دیگر موجودات زنده چرخه‌ی زندگی دارند و در آن رشد و تولید مثل می‌کنند و می‌میرند. گیاهان تغییرات محیط را تشخیص و به آن‌ها واکنش نشان می‌دهند.

نوزاد کرمی شکل حشره، برگ را می‌خورد و انرژی به دست می‌آورد

برگ انرژی را از نور خورشید می‌گیرد

سبزینه

رنگ گیاهان سبز است، چون رنگدانه‌هایی به نام سبزینه یا کلروفیل دارند. سبزینه مقداری از انرژی نور را جذب می‌کند و با استفاده از آن، غذا می‌سازد. بسیاری از گیاهان از این راه غذا می‌سازند، شمار اندکی از آن‌ها موجودات زنده‌ی دیگر را می‌خورند.

سمبزمه‌ای که از برگ گیاهان استخراج شده است



پنج فرمانرو زنده

در قلمروی مونرا ساده‌ترین جانداران، که تک سلولی هستند، جای دارند. آغازیان سلول‌های پیچیده‌تری هستند که برخی از آن‌ها، مثل جلبک‌ها، مانند گیاهان سبزینه دارند. تصور می‌شود آغازیان تکامل یافته و به مرور زمان به قارچ‌ها، گیاهان و جانوران تبدیل شده‌اند. اعضای فرمانرو جانوران از دیگر فرمانروها آشناترند.



مونرا
باکتری



آغازی
آمیب



قارچ
قارچ چتری



گیاه
آفتابگردان



جانور
شیر

فرمانرو گیاهان

فرمانرو گیاهان را به دو گروه بزرگ تقسیم می‌کنند. در گروه بزرگ، گیاهانی قرار دارند که دانه تولید می‌کنند. گیاهان گلدار (نهان دانگان)، مخروطداران، ژنکوها و سیکادها (بازدانگان) در این گروه هستند. در گروه دیگر، گیاهانی قرار دارند که دانه ندارند و برای تولید مثل، هاگ تولید می‌کنند. خزه‌ها، جگرواش‌ها، دم اسپیان و سرخس‌ها جزو این گروهند. دانشمندان تاکنون ۴۰۰/۰۰۰ گونه‌ی گیاهی را شناسایی و نام‌گذاری کرده‌اند، که حدود ۳۰۰۰۰ گونه‌ی آن‌ها گلدارند.

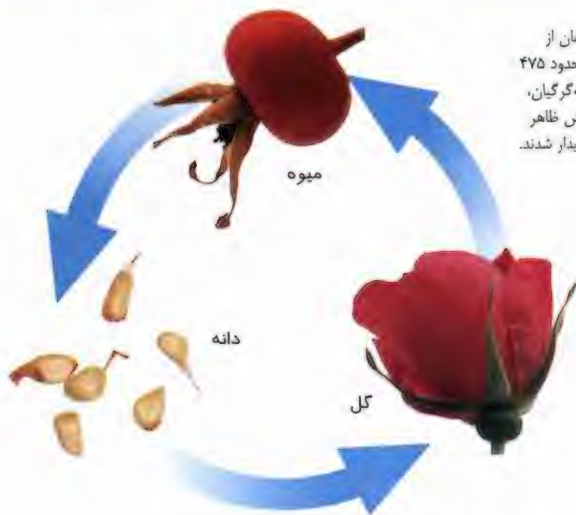


▲ تکامل گیاهان

از بقایای فسیل گیاهان قدیمی بر می‌آید که نخستین گیاهان از تکامل جلبک‌ها به‌وجود آمدند و در آب زندگی می‌کردند. حدود ۴۷۵ میلیون سال پیش، خزه‌ها و جگرواش‌ها پدیدار شدند. پنجه‌گرگیان، دم اسپیان و سرخس‌ها حدود ۳۹۰ تا ۳۵۰ میلیون سال پیش ظاهر شدند. سیکادها و دیگر مخروطداران مدت‌ها پس از آن پدیدار شدند. گیاهان گلدار از همه جوان‌ترند.



گیاهان گلدار دانه تولید می‌کنند



▲ چرخه‌ی زندگی

بوته‌ی رُز از وقتی که دانه‌ی آن جوانه می‌زند و ساقه و ریشه‌ی آن شروع به رشد می‌کند، زندگی را آغاز می‌کند. ساقه برگ‌ها را برای تولید غذا و گل‌ها را برای تولید مثل به‌وجود می‌آورد. پس از کرده افشانی و لقاح (ترکیب سلول جنسی نر با سلول جنسی ماده) دانه تشکیل می‌شود. میوه، دانه‌ها را در بر می‌گیرد. پرنده‌گان میوه‌ها را می‌خورند و دانه‌ها را از گیاه مادر دور می‌کنند و می‌پراکنند.



► تنوع گرمسیری

گیاهان در بسیاری از زیستگاه‌های زمین، از جمله تالاب‌ها، علفزارها، جنگل‌ها، و مناطق قطبی زندگی می‌کنند. تاکنون غنی‌ترین زیستگاه‌های گیاهان جنگل‌های بارانی گرمسیری بوده است. درختان، بلندقد و برگ پهن می‌شوند تا به نور خورشید برسند. در زیر آن‌ها سرخس‌ها و خزه‌ها، در شرایط گرم و نمناک کف جنگل زندگی می‌کنند. برخی از گیاهان گلدار رنگ‌های درخشان دارند تا جانورانی را که در کرده افشانی به آن‌ها کمک می‌کنند، جلب کنند.

سرخس گیاهی بی‌دانه است و هاگ تولید می‌کند



رده بندی گیاه آلاله

ریشه:	دولپه‌ای‌ها
راسته:	آلاله سائان
تیره:	آلاله‌ای‌ها
سرده:	آلاله
گونه:	Ranunculus ficaria

آناتومی گیاهان

گیاهان ساختارهای مختلفی دارند که هر کدام برای انجام وظیفه‌ای متفاوت، مانند غذاسازی و حفاظت از آن، طراحی شده‌اند. برگ‌ها معمولاً پهن و صاف هستند تا نور خورشید و دی‌اکسید کربن را از هوا بگیرند. ریشه‌ها آب و مواد معدنی را از خاک جذب می‌کنند. ساقه بخش خارج از خاک گیاه را نگه می‌دارد و شامل شبکه‌ای از لوله‌های میکروسکوپی است که آب، مواد معدنی و غذا را بین ریشه و برگ‌ها انتقال می‌دهد.

دیواره سلولی
محکم است، از رشته‌های سلولز تشکیل شده است و شکل سلول را تعیین می‌کند

غشای سلول
آن چه را که به سلول وارد یا از آن خارج می‌شود، کنترل می‌کند

هسته فعالیت‌های
سلول را کنترل می‌کند

واکول آب در خود
ذخیره می‌کند و سلول را محکم نگه می‌دارد

کلروپلاست کلروفیل
سبز رنگ (سبزینه) را در خود دارد و فتوسنتز انجام می‌دهد

سیتوپلاسم
جایگاه واکنش‌هایی شیمیایی است که انرژی آزاد می‌کنند



سلول گیاهی

گیاه از ساختارهای زنده‌ی میکروسکوپی به نام سلول ساخته شده است. سلول‌های گیاهان نیز مانند جانوران هسته و غشایی روغنی دارند که همه‌ی سلول را در بر می‌گیرد. سلول گیاهی درون دیواره‌ی سلولی، که محکم است و معمولاً دارای یک واکوئل بزرگ پر از مایع و غشای دو لایه‌ای است، قرار می‌گیرد. سلول‌های بخش‌های سبز گیاهان کلروپلاست دارند.



جوانه‌ی انتهایی
سلول‌هایی دارد که با سرعت تقسیم می‌شوند

برگ

برگ دی‌اکسید کربن و نور خورشید می‌گیرد تا به روش فتوسنتز غذا تولید کند، اما از سطح خود آب از دست می‌دهد. برگ‌های بزرگ‌تر و پهن‌تر بیشتر غذا تولید می‌کنند و بیشتر هم آب از دست می‌دهند. در زیستگاه‌های خشک، برگ‌ها شکلی خاص و پوششی مومی دارند تا از آبی که از دست می‌رود، بکاهد.

انواع برگ

برگ‌های ساده یک پهنک دارند، اما هر برگ مرکب به چند برگچه تقسیم شده است. مرکب بودن برگ مزیت‌هایی دارد، مثلاً در برابر باد مقاومت ایجاد می‌کند. برگ‌های همیشه سبز، مانند برگ‌های گیاه کاملیا، اغلب برای حفاظت در برابر خشک شدن، پوششی مومی دارند.



برگ تلخ‌دانه
(مرکب)

برگ کاملیا
(ساده)

آوندهای انتقال دهنده

آوند چوبی آوند آبکشی



روپوست بالایی
مومی است تا آب باران را زودتر از خود عبور دهد

سلول نرده‌ای
کلروپلاست دارد

میانبرگ اسفنجی
فضاهایی پر از هوا دارد

روپوست پایینی

برگ گلسر

این تصویر میکروسکوپ الکترونی (SEM) برش یک برگ را نشان می‌دهد. در نزدیکی سطح بالایی، جایی که نور بر آن می‌تابد، سلول‌های نرده‌ای قرار دارند که حاوی کلروپلاست مورد نیاز در فتوسنتز هستند. آوندهای انتقال دهنده (چوبی و آبکشی) در لایه‌ی سلولی بعدی، موسوم به میانبرگ اسفنجی قرار دارند. گازها از طریق سوراخ‌های سطح پایینی بزرگ، موسوم به روپوست بالایی، داخل و خارج می‌شوند.

ساقه تکیه‌گاه اصلی گیاهان افراشته است و ریشه و برگ‌ها به آن متصلند. لوله‌های ریزی به نام آوند چوبی و آوند آبکشی در ساقه وجود دارند. آوند چوبی آب و مواد معدنی و آوند آبکشی مواد غذایی را در گیاه جابه‌جا می‌کنند. در ساقه هم چنین سلول‌هایی خاص وجود دارد که دیواره‌های ضخیم دارند و به استحکام آن کمک می‌کنند. در ساقه ممکن است لایه‌هایی از سلول‌های در حال تقسیم وجود داشته باشند که موجب ضخیم‌تر شدن آن می‌شوند.

جوانه‌ی انتهایی

منطقه‌ی
طویل‌شونده

انتهای ساقه‌ی چنار

جوانه‌ی انتهایی ساقه، که جوانه‌ی انتهایی نامیده می‌شود، ممکن است برگ، یا در برخی گیاهان گل تولید کند. تکثیر و بزرگ شدن سلول‌های این قسمت موجب رشد گیاه نیز می‌شود. بسیاری از سلول‌های ساقه بسیار بلندند. ساقه با طویل‌تر شدن هزاران سلول خود بلندتر می‌شود.

ریزننگاری از برش عرضی ساقه‌ی گیاه دم اسب

ترتیب قرار گرفتن بافت‌های آوندی (دسته‌های لوله‌های انتقال دهنده) در گیاهان مختلف، متفاوت است. در ساقه‌ی گیاه دم اسب، بافت آوندی در اطراف استوانه‌ی درونی، که از سلول‌های درشت تشکیل شده است، قرار دارد اطراف آن را پوست، که کار محافظت را نیز انجام می‌دهد و دارای قضا‌هایی پر از هواست احاطه کرده است. خارجی‌ترین سلول‌های پوست، پوششی مومی دارند که از خشک شدن سلول‌های ساقه جلوگیری می‌کند.

روپوست
پوستکی ضخیم و
مومی (شد آب دارد)

ضای دارای هوا
نگه‌داری استوانه‌ی
مرکزی کمک می‌کند

استوانه‌ی
مرکزی
یا استوانه‌ی آوندی
شامل آوندهای چوبی
و آبکشی

پوست
(این روپوست
و استوانه‌ی مرکزی)

ریشه
از نوک طویل می‌شود

ریشه‌ی فرعی

ساقه‌ی چوبی،
بیشتر از ماده‌ی لیگنین
ساخته شده است

ریشه

ریشه گیاه را درون خاک محکم نگه می‌دارد و نیز آب و مواد معدنی را از خاک می‌گیرد و به بقیه‌ی اندام‌ها می‌رساند. برخی از انواع گیاهان یک ریشه‌ی اصلی به نام ریشه‌ی راست دارند که ریشه‌های فرعی کوچک‌تر از اطراف آن خارج شده‌اند. ریشه‌های راست بلند آب را از مناطق عمیق‌تر در اختیار گیاه قرار می‌دهند، اما یک ریشه‌ی شبکه‌ی انبوه گیاه را بهتر در خاک نگه می‌دارد.

چگونگی رشد ریشه

نوک ریشه موادی تولید می‌کند که باعث فرو رفتن آن به پایین می‌شود. کلا‌هک ریشه مواد لعابی ترشح می‌کند تا ریشه بتواند به درون خاک نفوذ کند. منطقه‌ای که درست در بالای کلا‌هک قرار دارد، مریستم نامیده می‌شود و سلول‌های آن با سرعت در حال تقسیم هستند. سلول‌های تازه متولد شده، درازتر و سبب رشد طولی ریشه به‌سوی پایین می‌شوند.

منطقه‌ی طویل‌شونده

مریستم (منطقه‌ای که سلول‌های آن با سرعت در حال تقسیم هستند)
کلا‌هک از ریشه محافظت می‌کند

انتهای ریشه‌ی گیاه باقلا

درون ریشه‌ی گیاه الاله

در مرکز ریشه استوانه‌ی مرکزی قرار دارد. آوندهای جابه‌جا کننده‌ی مواد در استوانه‌ی مرکزی قرار دارند. آوندهای چوبی آب و مواد معدنی را که ریشه از خاک جذب کرده است، بالا می‌برند و به بقیه‌ی قسمت‌های گیاه می‌رسانند. آوندهای آبکشی قندهای ضروری را به ریشه می‌برند و انرژی لازم برای جذب مواد معدنی و نیز برای رشد را به آن می‌دهند.

روپوست
(خارجی‌ترین لایه‌ی سلولی)

پوست
(لایه‌ی بین استوانه‌ی
مرکزی و روپوست)

استوانه‌ی
مرکزی (استوانه‌ای متشکل
از آوندهای چوبی و آبکشی)

e
آناتومی گیاهان
plant
anatomy

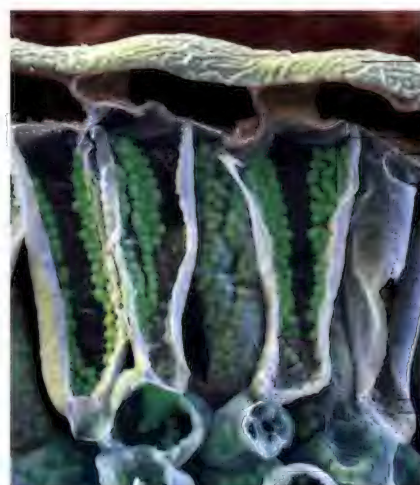
فتوستتزر

بسیاری از گیاهان، بر خلاف جانوران، نیازی به غذا ندارند، چون می‌توانند برای خود غذا بسازند. گیاهان از انرژی نور خورشید برای تبدیل آب و دی‌اکسید کربن به قندی پر انرژی به نام گلوکز استفاده می‌کنند. این فرایند فتوستتزر نامیده می‌شود که به معنی «ساختن با نور» است. فتوستتزر درون محفظه‌هایی که در سلول‌های برگ قرار دارند، رخ می‌دهد. این محفظه‌ها **کلروپلاست** نامیده می‌شوند.



ساختن غذا و اکسیژن

گیاهان با برگ‌های خود غذا می‌سازند. اکسیژن فراورده‌ی جانبی این فرایند است. برگ‌های گیاهان هنگام فتوستتزر، دی‌اکسید کربن را از هوا می‌گیرند. سپس این ماده را با آبی که از ریشه جذب کرده‌اند، با کمک انرژی نور خورشید ترکیب می‌کنند و گلوکز می‌سازند. اکسیژن فراورده‌ی جانبی این واکنش شیمیایی است که از برگ‌ها به هوای پیرامون آزاد می‌شود.



سلول‌های سازنده‌ی غذا

سلول‌های مختلف گیاهی وظایف مختلفی بر عهده دارند. سلول‌های نرده‌ای و اسفنجی درست در زیر روپوست قرار دارند و سازندگان اصلی غذا هستند. درون سلول‌های دراز نرده‌ای، کلروپلاست‌های سبز، که فتوستتزر انجام می‌دهند، قرار دارد. سلول‌های اسفنجی نیز که شکل‌های نامنظم دارند، دارای کلروپلاست هستند. فضاهای هوا در میان سلول‌ها، پر از دی‌اکسید کربن، بخار آب و گازهای دیگرند.

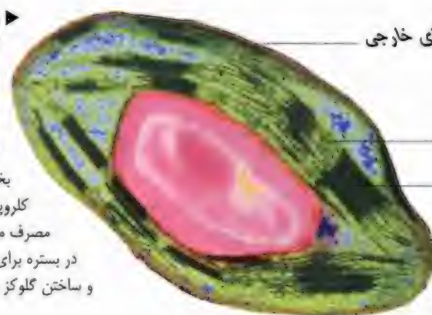
کلروپلاست

بسیاری از سلول‌های برگ، اندامک‌هایی ریز و عدسی شکل دارند که کلروپلاست نامیده می‌شوند. این اندامک‌ها می‌توانند درون سلول‌ها به‌سوی نور خورشید حرکت کنند. در کلروپلاست‌ها رنگدانه‌هایی سبز و جذب‌کننده‌ی نور به نام کلروفیل وجود دارد. این ماده سبب می‌شود کلروپلاست‌ها به گیرنده‌های کوچک نور خورشید تبدیل شوند.



درون کلروپلاست

کلروپلاست‌ها از کیسه‌هایی غشادار و ریز به نام گرانوم تشکیل شده‌اند. گرانوم‌ها درون ماده‌ی غلیظی که بستره نامیده می‌شوند قرار گرفته‌اند. درون گرانوم‌ها آب به هیدروژن و اکسیژن تجزیه می‌شود. بخشی از انرژی خورشیدی که به‌وسیله‌ی کلروپلاست جذب شده است، برای این کار مصرف می‌شود. بخش دیگر انرژی خورشیدی در بستره برای ترکیب هیدروژن با دی‌اکسید کربن و ساختن گلوکز مصرف می‌شود.



تعرق

در فرایند تعرق، بخار از سطح برگ، از میان سوراخ‌هایی میکروسکوپی که **روزنه** نامیده می‌شوند، تبخیر می‌شود. از دست رفتن آب سبب ایجاد نیروی مکش می‌شود که آب را از ریشه‌ها بالا می‌کشد. تعرق (تبخیر) به گیاه کمک می‌کند تا مواد معدنی حیاتی را از خاک جذب کند. میزان آب از دست رفته از برگ‌ها به مقدار آب موجود در خاک و نیز دیگر عوامل محیطی مانند دما، رطوبت و باد بستگی دارد.

آب از برگ‌ها تبخیر می‌شود

آب جاری به بالا

آب درون گیاه از لوله‌هایی به نام آوند چوبی یا نیروهای رانش و مکش به بالا می‌رود. این جریان پیوسته‌ای آب جریان تعرقی نام دارد و ساقه را محکم و استوار نگه می‌دارد تا بتواند وزن گیاه را تحمل کند. این جریان تعرقی برای فتوسنتز آب فراهم می‌کند و مواد معدنی را به بخش‌های مختلف گیاه می‌رساند.

ساقه در بهار، که مقدار زیادی آب در دسترس است، بریده شده است

فشار ریشه‌ای

ساقه‌ی بریده شده‌ی این درخت مو (انگور) نشان می‌دهد که فشار ریشه‌ای آب را به بالا می‌راند. این فشار ریشه‌ای را آبی که از خاک به ریشه وارد می‌شود، به آبی که قبلاً در ریشه وجود داشته وارد می‌کند و آن را به بالا می‌راند. آب هم چنین برای جانشینی آبی که در اثر تعرق از دست رفته است، به بالا کشیده می‌شود.

گیاهی که به خوبی آبیاری شده
مستقیم و افراشته است - آبی که درون آن است سلول‌ها و بافت‌ها را محکم نگه می‌دارد.

گیاهی که به کم آبی دچار شده
پژمرده و فروافتاده است - اگر به آن آب بدهیم، دوباره افراشته و شاداب می‌شود.

افراشته ایستادن

گیاهان برای آن که افراشته و ایستاده باقی بمانند، به جریان دائمی آب نیاز دارند، سلول‌های گیاه آب را درون کسپه‌هایی متورم که واکوئل نامیده می‌شوند، نگه می‌دارند. فشاری که از جانب واکوئل‌ها از درون به دیواره‌های سلول وارد می‌شود، سلول را محکم نگه می‌دارد. فشار و استحکام سلول گیاهی «تورم» نامیده می‌شود. سلول‌های گیاه کوچک سمت راست، متورم هستند. سلول‌های گیاه سمت چپ چنین نیستند، چون آب فراوانی از دست داده‌اند.

روزنه‌ها

در سطح برگ سوراخ‌های کوچکی که روزنه نامیده می‌شوند، وجود دارد. روزنه‌ها سبب می‌شوند دی اکسید کربن برای فتوسنتز وارد برگ شود. روزنه‌ها هم چنین با تعرق بخار آب را از برگ خارج می‌کنند. بیشتر روزنه‌های گیاهانی که در نور خورشید رشد کرده‌اند، در زیر برگ که سایه‌دار است، قرار دارند. چنین حالتی به گیاه امکان می‌دهد که در مصرف آب صرفه جویی کند.



آب با فشار و مکش از ساقه بالا می‌رود

روزنه‌ها در شب و در روز

هر روزنه‌ی برگ در زیر میکروسکوپ به صورتی مشاهده می‌شود که دو سلول نگهبان لوبیایی شکل آن را در بر گرفته‌اند. در طول روز، درون این سلول‌ها آب جمع می‌شود و آن‌ها را متورم می‌کند؛ در نتیجه، سلول‌ها روزنه را باز می‌کنند. این سلول‌ها در شب آب خود را از دست می‌دهند و روزنه بسته می‌شود.

آب توسط ریشه‌ها از خاک گرفته می‌شود



روزنه‌های باز



روزنه‌های بسته

گیاهان بدون دانه

سرخس‌ها، دم اسبیان، خزه‌ها و جگرواش‌ها گل و دانه تولید نمی‌کنند. چرخه‌ی زندگی این گیاهان دو مرحله‌ی مجزا دارد: در یک مرحله، هاگ تولید می‌شود و در مرحله‌ی دیگر، سلول‌های جنسی (تخمک و اسپرم). بسیاری از گیاهان بدون دانه در زیستگاه‌های مرطوب و در سایه زندگی می‌کنند. بعضی از انواع خزه‌ها، که تورب نامیده می‌شوند، در سطح وسیعی از تالاب‌های شمال کره‌ی زمین می‌رویند.



فسیل یک دم اسبی

▲ دم اسبیان قدیمی

دم اسبیانی که امروزه وجود دارند، بسیار شبیه دم اسبیانی هستند که صدها میلیون سال پیش، قبل از پیدایش گیاهان گلدار، زندگی می‌کردند. در آن زمان، گیاهان بدون دانه بیشتر سطح خشکی‌ها را در بر گرفته بودند و دم اسبیان غول پیکر برخی از جنگل‌های بلند را می‌ساختند. فسیل‌های این دم اسبیان تا قبل تاریخ در سنگ‌های آن دوران محفوظ مانده‌اند.

▶ تولید مثل سرخس‌ها

سرخس‌های بالغ درون هاگدان‌هایی که در اتاقک‌هایی پشت برگ‌های آن‌ها تشکیل می‌شوند، هاگ تولید می‌کنند. این هاگدان‌ها در هوای خشک هاگ‌های خود را در هوا آزاد می‌کنند. وقتی که هاگی روی زمین مرطوب می‌نشیند، به صفحه‌ی قلب شکل کوچکی که به آن پروتال می‌گویند، تبدیل می‌شود. پروتال سلول‌های جنسی تولید می‌کند. وقتی سلول‌های تخمک با اسپرم ترکیب می‌شوند، پروتال به گیاهی بالغ تبدیل می‌شود.



▲ برگشاخه‌های سرخس

برگ‌های سرخس برگشاخه نامیده می‌شوند. برگشاخه‌ها ابتدا به‌صورت ماریج پدیدار می‌شوند. برگشاخه‌ها در ابتدا به این سبب ماریجی هستند که رشد سطح زیرین آن‌ها سریع‌تر از رشد سطح بالایی آن‌هاست. برگشاخه‌های جوان برخی از سرخس‌ها خوراکی، اما برخی دیگر سمی هستند.

مدل اتاقکی که هاگ‌ها درون آن تشکیل می‌شوند



هاگدان درون یک اتاقک کوچک که باز شده است

برگشاخه‌ی دارای هاگدان‌های تیره رنگ



هاگ

هاگ‌ها سلول‌های ریز و مستقلی هستند و برخلاف سلول‌های جنسی می‌توانند به تنهایی تقسیم شوند و توده‌هایی با سلول‌های بسیار تولید کنند. هاگ‌ها ساختاری ساده دارند. این ساختار شامل مواد ژنتیک است که درون پوششی محافظ قرار دارد و می‌تواند در خشکی هوا تاب بیاورد. هنگامی که هاگی روی زمین مرطوب قرار می‌گیرد، گیاهی به وجود می‌آید که سلول‌های جنسی تولید می‌کند.



هاگدان

هاگ



پراکنش هاگ‌ها

هاگ‌ها به تعداد زیاد به وسیله باد یا آب منتشر می‌شوند. هاگدان سرخس وقتی خشک می‌شود، می‌ترکد. هاگدان‌های بسیاری از خزها، درپوشی دارند که روی دهانه‌ی آن را مسدود کرده است. وقتی هاگدان می‌رسد، درپوش آن می‌افتد و دندانه‌هایی که رو به درون دارند و دهانه‌ی آن را بسته‌اند، آشکار می‌شوند. این دندانه‌ها در هوای خشک به طرف خارج خم و هاگ‌ها آزاد می‌شوند.

هاگ‌های سرخس در حال انتشار



هاگدان‌ها

در انتهای ساقه‌ها قرار دارند و هاگ‌های خود را در هوا آزاد می‌کنند

توده‌های برگ مانند خزها اسپرم‌های نر و تخمک‌های ماده تولید می‌کنند

▲ تولید مثل خزها

خزها و جگرواش‌ها در گروهی به نام خزگیان جای دارند. خزگیان بالغ سلول جنسی تولید می‌کنند. سپس سلول تخم بارور شده به اسپوروفیتی ساقه‌دار یا هاگدان تبدیل می‌شود. هاگ‌ها پس از رها شدن نسل‌های بعدی خزها را به وجود می‌آورند.

تورب

تورب، که گاه خزهی اسفاگونوم نیز نامیده می‌شود، در تالاب‌هایی به نام تورب زار به فراوانی می‌روید. این خزها بافتی اسفنجی دارند و می‌توانند آب فراوانی را در خود نگه دارند. تورب‌ها برای جذب مواد معدنی، واکنش‌های شیمیایی خاصی انجام می‌دهند که به عنوان فرآورده‌ی جانبی به خاک اطراف آزاد می‌کنند.

از تورب تا زغال سنگ

پیکر تورب پس از مرگ انباشته و پس از صدها سال تبدیل به نوعی زغال سنگ ناقص می‌شود که بر اثر وزن آب و تورب‌های بالاتر فشرده می‌شود. به مرور زمان لایه‌های زنده می‌میرند، به زیر فرو می‌روند و تورب جدید روی آن‌ها رشد می‌کند. تورب را برای سوخت یا استفاده به صورت کود استخراج و خشک می‌کنند. استخراج بیش از حد تورب، تورب‌ها را در معرض خطر قرار می‌دهد.



خزهی اسفاگونوم



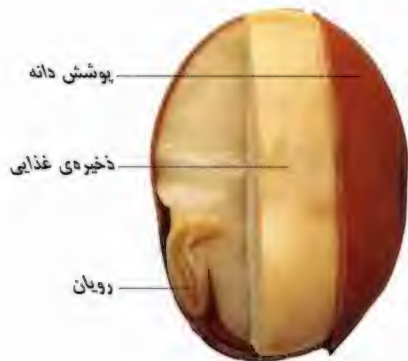
زغال سنگ ناقص استخراج و شکسته شده

▲ کلنی‌های جان سخت

خزگیان ریشه‌ی حقیقی ندارند، بلکه به جای ریشه، رشته‌های نخ مانند به نام ریزوئید دارند که گیاه را روی خاک نگه می‌دارد، اما آب جذب نمی‌کند. جذب آب در این گیاهان به عهده برگ‌هاست که رطوبت هوا را جذب می‌کنند. خزگیان معمولاً نخستین گیاهانی هستند که در زیستگاه‌های جدیدی جایگزین می‌شوند، چون به خاک نیاز ندارند، یا نیاز آن‌ها به خاک بسیار اندک است. خزگیان، مانند این جگرواش، می‌توانند روی سنگ‌های برهنه نیز برویند.

گیاهان دانه‌دار

بسیاری از گیاهان از رشد دانه به وجود می‌آیند. گیاهان دانه‌دار را به دو گروه تقسیم می‌کنند: بازدانگان و نهاندانگان. نهاندانگان گیاهان گلدار هستند. دانه‌های آن‌ها درون بخش زایشی ماده‌ی گل به نام تخمدان به وجود می‌آیند، تخمدان رشد می‌کند و به میوه تبدیل می‌شود. بازدانگان (مخروط‌داران، ژنکو و سیکادها) گل و تخمدان تولید نمی‌کنند. دانه‌های این گیاهان درون مخروط به وجود می‌آیند. باد، آب و یا جانوران دانه‌ها را از گیاه مادر می‌گیرند و انتشار می‌دهند.



▲ درون یک دانه

دانه نخستین مرحله‌ی چرخه‌ی زندگی گیاه است. درون پوشش دانه، گیاه نوزاد یا رویان قرار دارد. غذای مورد نیاز برای رویش و رشد گیاه در پیرامون رویان یا درون برکه‌های خاصی از دانه که لپه نامیده می‌شوند، قرار دارد.

گل بارور شده
بسته می‌شود و دانه‌ها
درون آن به وجود می‌آیند



روزها گل‌ها باز می‌شوند
و حشرات گرده افشان
به گرده افشانی گلچه‌ها
می‌پردازند

▲ میوه‌ی پرواز کننده

دانه‌های گیاه قاصدک چترک‌هایی پر مانند دارند که با آن از گیاه مادر دور می‌شوند. گل قاصدک از تعداد زیادی گل کوچک که گلچه نامیده می‌شوند، تشکیل شده است. هر یک از این گلچه‌ها به یک میوه تبدیل می‌شود. پس از آن که گلبرگ‌های زرد فرو می‌ریزند، میوه‌ها درون گل تشکیل می‌شود. وقتی هوا خشک می‌شود، گل بسته شده به شکل مجموعه‌ای از چترک‌ها باز می‌شود. نسیم آهسته‌ای چترک‌ها را در هوا به پرواز درمی‌آورد.

انتشار بدون دانه

دانه تنها وسیله‌ی تکثیر گیاهان نیست. برخی از گیاهان بخش‌هایی از ساقه‌ی خود را به شکل‌های پیاز، غده، ریزوم یا بته در می‌آورند که می‌توانند در تولید مثل گیاه شرکت کنند. این نوع تولید مثل، تولید مثل رویشی نام دارد. چون فقط یک گیاه در آن شرکت دارد گیاه جدید مشابه گیاه والد است.



ریزوم ذئق

ریزوم ساقه‌ای افقی است که زیر خاک یا روی خاک می‌روید و با تقسیم شدن، جوانه‌ها و ریشه‌های جدیدی روی شاخه‌هایش ایجاد می‌کند.



بته‌ی گلابول

بته ساقه‌ی زیرزمینی متورمی است که برای جوانه‌های در حال رشد انرژی فراهم می‌کند. وقتی که غذای یکی از بته‌ها پایان می‌یابد، بته‌ی دیگری به وجود می‌آید.



غده‌ی کنگ‌فرنگی

غده ساقه‌ی ریشه‌ی متورم است که در سطح آن جوانه‌هایی وجود دارد. ذخیره‌ی غذایی موجود در غده در محیط مناسب باعث رشد غده می‌شود.



پیاز لاله

پیاز جوانه‌ای زیرزمینی است که برگ‌های متورم دارد. ذخیره‌ی غذایی موجود در آن باعث می‌شود که پیاز سریع رشد کند. در اطراف پیازهای قدیمی پیازهای جدید به وجود می‌آیند.

میوه

تخمندان گل معمولاً به میوه تبدیل می‌شود تا از دانه محافظت و به انتشار آن کمک کند. میوه ممکن است آبدار یا خشک باشد. میوه معمولاً خوشمزه و خوش رنگ است تا جانوران میوه‌خوار را جلب کند. دانه‌ها از لوله‌ی گوارشی جانور سالم عبور می‌کنند و به زمین می‌افتند. دانه‌ها هم‌چنین ممکن است از راه‌های دیگری مانند گیر کردن به پوشش بدن جانوران، باد، یا شکسته شدن میوه منتشر می‌شوند.



▲ میوه‌های خشک

دانه‌های میوه‌های خشک به روش‌های گوناگون منتشر می‌شوند. پیراینو یا غلاف نخود فرنگی میوه‌های خشک در بر دارد که وقتی خشک می‌شود شکاف بر می‌دارد و دانه‌ها را با فشار به بیرون پرتاب می‌کند. میوه‌ی شب‌رنگی بالی کاغذی در اطراف دانه به‌وجود می‌آورد تا بتواند با باد جابه‌جا شود. توت فرنگی میوه‌ی کاذب دارد، اما روی آن میوه‌های سبز رنگ کوچکی وجود دارد که درون هر کدام یک دانه قرار دارد.

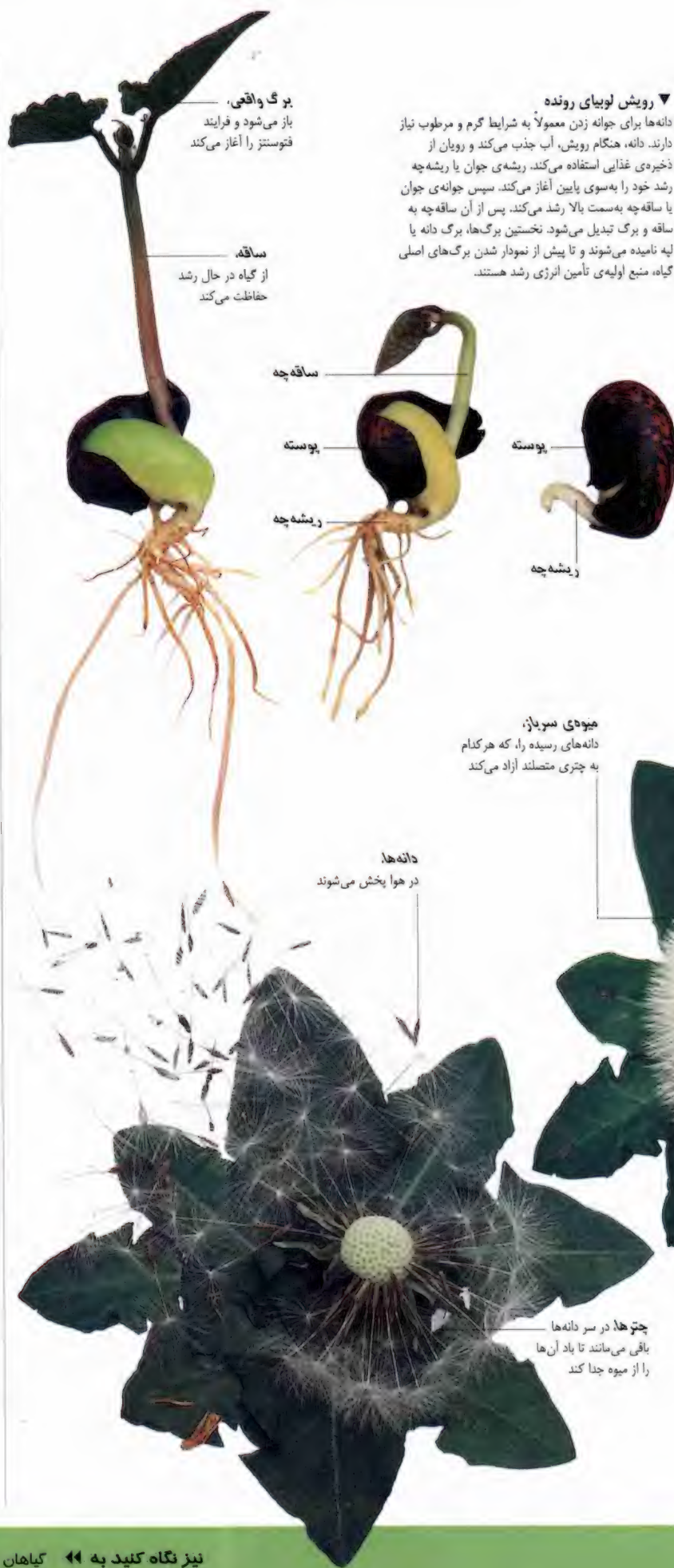


▲ میوه‌های آبدار

میوه‌های آبدار گوشتی و با رنگ‌های درخشان برای جلب جانوران میوه‌خوار طراحی شده‌اند. این جانوران به انتشار آن‌ها کمک می‌کنند. میوه‌های زردآلو و گیلاس هسته‌ای سخت و چوبی دارند. این پوسته از دانه‌ای که درون هسته قرار دارد محافظت می‌کند. این میوه شفت نام دارند و از یک تخمدان به‌وجود آمده‌اند. برخی از میوه‌ها، مانند تمشک، شفت مرکب دارند و از چند تخمدان به‌وجود آمده‌اند.

▼ رویش لوبیای رونده

دانه‌ها برای جوانه زدن معمولاً به شرایط گرم و مرطوب نیاز دارند. دانه، هنگام رویش، آب جذب می‌کند و رویان از ذخیره‌ی غذایی استفاده می‌کند. ریشه‌ی جوان یا ریشه‌چه رشد خود را به‌سوی پایین آغاز می‌کند. سپس جوانه‌ی جوان یا ساقه‌چه به‌سمت بالا رشد می‌کند. پس از آن ساقه‌چه به ساقه و برگ تبدیل می‌شود. نخستین برگ‌ها، برگ دانه یا لپه نامیده می‌شوند و تا پیش از نمودار شدن برگ‌های اصلی گیاه، منبع اولیه‌ی تأمین انرژی رشد هستند.



گیاهان مخروط‌دار

حدود ۵۵۰ گونه گیاه مخروط‌دار وجود دارد. بسیاری از آن‌ها درختان همیشه سبز و بزرگی هستند. برگ‌های بیشتر آن‌ها سوزنی است و معمولاً پوششی مومی و ضخیم دارند که در برابر از دست رفتن آب و سرما از برگ‌ها محافظت می‌کند. دانه‌های مخروط‌داران درون پولک‌هایی چوبی، که **مخروط** را تشکیل می‌دهند، یا درون اندام‌های گوشتی فنجان مانند به وجود می‌آیند.



▲ **برگ‌های سوزنی پهن**
سرخدارها، نرادها و برخی از درختان چوب سرخ برگ‌هایی کوچک و پهن دارند که روبه‌روی هم روی ساقه ظاهر می‌شوند.

▲ **برگ‌های سوزنی خزان‌شونده**
لاریکس‌ها گیاهانی غیرعادی هستند، چون مخروط‌دارانی خزان‌شونده‌اند. در پاییز برگ‌های سوزنی شکل آن‌ها می‌ریزند.

▲ **پولک**
برگ‌های سرو پولک مانند همیشه سبز و معطرند. همه‌ی مخروط‌داران رزین‌های معطر تولید می‌کنند.

مخروط

بخش‌های تولید مثلی گیاهان مخروط‌دار درون مخروط‌ها قرار دارند. بسیاری از مخروط‌ها چوبی هستند، اما برخی، مانند مخروط‌های گیاه سرخدار، نرمند و مانند جبهی انگور به نظر می‌رسند. مخروط‌های کاج و سرو به‌طور کامل از گیاه جدا می‌شوند و به‌زمین می‌افتند، اما مخروط‌های سدر و بسیاری از درختان نراد هنگامی که روی درخت هستند، از هم می‌شکافند.

درون مخروط کاج روی هر پولک دو دانه پدیدار می‌شوند

مخروط نر
مقدار زیادی دانه‌ی
گرده تولید می‌کند

مخروط‌های نر و ماده

مخروط‌های نر و ماده‌ی گیاهان مخروط‌دار از هم جدا هستند. مخروط‌های نر دانه‌های گرده (سلول‌های جنسی نر) تولید می‌کنند. این مخروط‌ها پس از رسیدن باز می‌شوند و دانه‌های گرده‌ی خود را آزاد می‌کنند. دانه‌های گرده را باد تا مخروط‌های باز شده‌ی ماده حمل می‌کند. مخروط ماده در این هنگام بسته می‌شود و سلول‌های نر با سلول‌های تخم‌زای درون آن ترکیب می‌شوند و دانه به‌وجود می‌آید.



پولک‌ها

باز و دانه‌ها آزاد می‌شوند. این کار پس از رسیدن مخروط انجام می‌شود.

ساقه‌ی جوان

مخروط ماده‌ی جوان
دارای تخم‌زاهایی روی پولک‌های خود است

▲ بال‌هایی برای انتشار

هنگامی که هوا گرم و خشک است، مخروط‌های ماده باز می‌شوند و دانه‌های خود را منتشر می‌کنند. برخی از دانه‌ها بال‌هایی کاغذ مانند دارند که دانه را در هوا نگه می‌دارند و آن را تا فاصله‌های دور می‌برند و بنابر این، در محلی دورتر از سایه‌ی درخت مادر رشد می‌کند.

▶ جنگل مخروط‌داران

درختان و درختچه‌های مخروط‌دار تقریباً همیشه سبز هستند؛ یعنی برگ‌های آن‌ها در طول سال سبز باقی می‌مانند. این برگ‌های دائمی از نفوذ آفتاب به زمین جنگل جلوگیری می‌کنند و تنها گونه‌های سایه دوست، مانند سرخس‌ها و جلیک‌ها، می‌توانند بر کف این جنگل‌ها برویند.

گیاهان گل دار



▲ گیاه دولپه‌ای

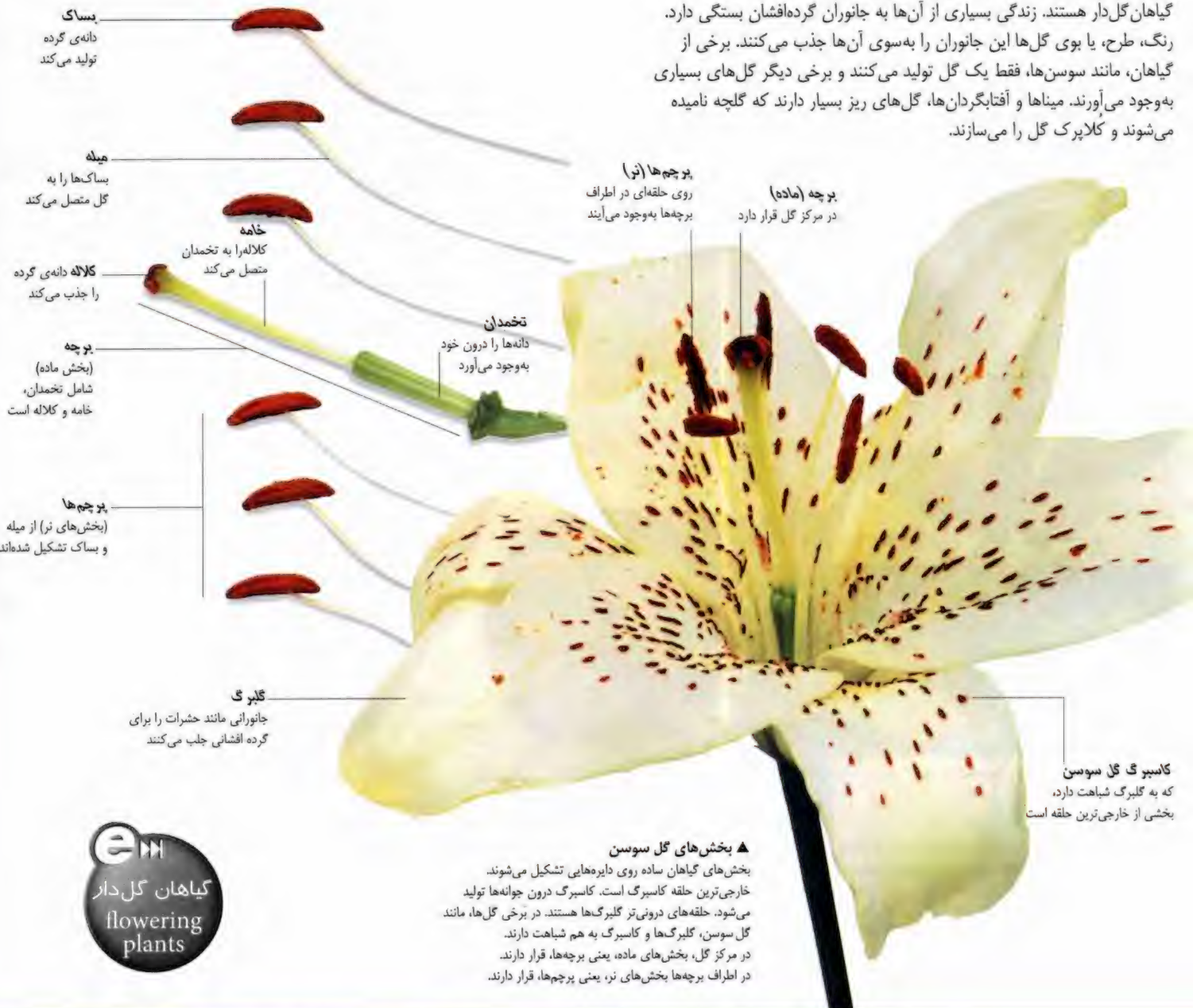
در دانه‌های گیاهان دولپه‌ای که بزرگ‌ترین گروه گیاهان را تشکیل می‌دهند، دو برگ (لپه) وجود دارد. رگیب‌های گیاهان بالغ دولپه‌ای منشعب هستند و گلبرگ‌ها و دیگر بخش‌های گل‌های آن‌ها معمولاً ۴ یا ۵ تایی است.

▲ گیاه تک‌لپه‌ای

گیاهان گل‌داری که در دانه‌ی آن‌ها یک برگه (لپه) وجود دارد، تک‌لپه‌ای نامیده می‌شوند. رگیب‌های گیاهان تک‌لپه‌ای بالغ با هم موازی هستند و گلبرگ‌ها و دیگر بخش‌های گل در این گیاهان معمولاً ۴ یا ۵ تایی هستند.

گل

گل‌ها اندام‌های تولید مثلی گیاه را در خود دارند و چشمگیرترین بخش‌های گیاهان گل‌دار هستند. زندگی بسیاری از آن‌ها به جانوران گرده‌افشان بستگی دارد. رنگ، طرح، یا بوی گل‌ها این جانوران را به سوی آن‌ها جذب می‌کنند. برخی از گیاهان، مانند سوسن‌ها، فقط یک گل تولید می‌کنند و برخی دیگر گل‌های بسیاری به وجود می‌آورند. میناها و آفتابگردان‌ها، گل‌های ریز بسیار دارند که گلچه نامیده می‌شوند و کلاپرک گل را می‌سازند.



گرده افشانی

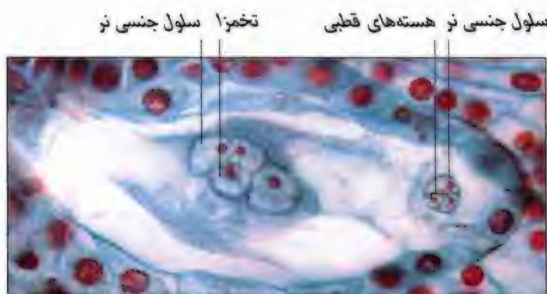
سلول‌های جنسی نر گیاهان دانه‌دار (گیاهان گل‌دار، مخروط‌داران و سبک‌ها) **گرده** نامیده می‌شوند که در محفظه‌هایی محکم قرار دارند. دانه‌های گرده، درون اندام‌هایی به نام بساک تولید می‌شوند و باید به بخش‌های ماده‌ی گیاه برسند تا دانه تولید کنند. این فرایند را گرده افشانی می‌گویند و به راه‌های مختلف انجام می‌شود. برخی از گیاهان با کمک جانوران **گرده افشان**، گرده افشانی انجام می‌دهند و برخی دیگر برای این کار از باد کمک می‌گیرند.

EM

گرده افشانی
pollination

انتقال دهنده‌ی دانه‌ی گرده

وقتی که بساک گل شکاف بر می‌دارد، دانه‌های گرده آزاد می‌شوند. وقتی این مرغ شهدخوار برای نوشیدن شیرینی گل به گلی سر می‌زند، غباری از دانه‌های گرده‌ی آن گل را به خود می‌گیرد. هنگامی که این پرند به سراغ گلی دیگر می‌رود، بعضی از دانه‌های گرده‌ی همراه آن روی کلاله‌ی آن گل می‌نشینند. بسیاری از گیاهان نمی‌گذارند که گرده‌ی یک گل، با تخم‌زای همان گل ترکیب شود.



درون تخمک



دانه‌های گرده‌ی در حال رویش روی کلاله‌ی گل شقایق



گل شقایق

▲ لقاح

تخم‌زای گل درون محفظه‌ای به نام تخمک قرار دارد. نوک لوله‌ای گرده به درون تخمک نفوذ و سلول جنسی نر را به درون آن تزریق می‌کند. این سلول جنسی نر با تخم‌زا ترکیب می‌شود. در گیاهان گلدار، پیش از آن که تخمک تبدیل به دانه شود یکی دیگر از سلول‌های جنسی نیز باید به تخمک وارد شود. این سلول با هسته‌ای به نام هسته‌ی قطبی ترکیب می‌شود و غذای تازه تشکیل شده یا روپان را تأمین می‌کند تا تدریجاً دانه رشد کند.

► رویش دانه‌ی گرده

بخش ماده‌ی گل جسم متورمی به نام کلاله دارد. وقتی دانه‌ی گرده روی کلاله می‌نشیند، به آن می‌چسبد و شروع به جوانه زدن می‌کند. لوله‌ای میکروسکوپی گرده خارج می‌شود و به درون کلاله فرو می‌رود و سپس از میله‌ای که خامه نامیده می‌شود گذر می‌کند و به سوی تخم‌زا که در پایین تخم‌دان قرار دارد، می‌رود. کلاله‌ی گل روی خامه قرار دارد و دانه‌ی گرده را به دام می‌اندازد.

گرده

گیاهان دانه‌دار برخلاف گیاهان بدون دانه اسپرم‌شناگر تولید نمی‌کنند، بلکه سلول جنسی نر آن‌ها که بی‌حرکت است درون دانه‌ی گرده محبوس است. سلول جنسی نر گیاه درون دانه‌ی گرده از خشک‌شدن محفوظ است. این سلول به‌جای آن که مانند گیاهان بدون دانه در آب به‌سوی تخمزا شنا کند، با باد، یا به کمک جانوران به سلول تخمزا می‌رسد.

▲ برجستگی‌های روی سطح

سطح بسیاری از دانه‌های گرده در زیر میکروسکوپ به‌نحوی باور نکرده‌نی دارای تزییناتی است. برخی از برجستگی‌های روی سطح این دانه‌ها خار مانند هستند احتمالاً برای آن که بهتر بتوانند روی کالاهای ماده‌ی گیاه بچسبند. دانشمندان اغلب می‌توانند از روی شکل دانه‌ی گرده به گونه‌ی گیاهی که آن دانه‌ی گرده را تولید کرده است، پی ببرند. بسیاری از گیاهان گل‌دار دانه‌های گرده‌ی بسیار زیادی تولید می‌کنند. دانه‌های گرده اگر چه بسیار ریز هستند، اما ممکن است برخی از انسان‌ها را دچار حساسیت کنند.

گرده افشان‌ها

بسیاری از جانوران گرده‌افشان هستند، یعنی دانه‌ی گرده را از بساک به کلاله منتقل می‌کنند. بسیاری از گونه‌های گیاهی برای گرده‌افشانی از حشرات استفاده می‌کنند، چون این جانوران پرواز کننده برای وارد شدن به بسیاری از گل‌ها جثه‌های کوچک دارند و می‌توانند دانه‌های گرده را به مسافت‌های دور ببرند. اما برخی از گیاهان برای گرده‌افشانی به‌جای حشرات از جانوران بزرگ‌تر مانند پرندگان و خفاش‌ها استفاده می‌کنند. شکل گل‌های بسیاری از گونه‌های گیاهی به‌گونه‌ای است که فقط گونه‌های خاصی از جانوران می‌توانند برای آن‌ها گرده‌افشانی کنند.

کاسپر گلهای لب مانند

به‌عنوان سکوی فرود برای زنبور و نگه‌داری آن عمل می‌کنند

جلب گرده افشانان

جانوران گرده افشان مختلف به محرک‌های متفاوتی پاسخ می‌دهند. پرندگان جذب رنگ قرمز می‌شوند، اما حسی بویایی آن‌ها ضعیف است؛ بنابراین بسیاری از گیاهانی که برای گرده‌افشانی از پرندگان استفاده می‌کنند، قرمز اما بی‌بو هستند. راه جلب حشرات متفاوت است. زنبورها جذب گل‌های آبی یا زرد با عطر شیرین می‌شوند. از سوی دیگر، برخی از گل‌ها بوی گوشت‌گندیده تولید می‌کنند تا مگس‌ها را به‌سوی خود جلب کنند.

▶ نشانه‌های شهد

بسیاری از گل‌ها الگوهای از خطوط دارند که از آن‌ها برای راهنمایی حشرات به‌سوی غده‌های شهد سازی که در قاعده‌ی گلبرگ‌ها قرار دارند، استفاده می‌کنند. برخی گیاهان الگوهای خود را با پرتوهای فرابنفش به حشرات نشان می‌دهند. حشرات گرده‌افشان، برخلاف انسان، می‌توانند پرتوهای فرابنفش را ببینند. این حشرات روی گلبرگ‌هایی که به‌نظر ما رنگ یک‌نواخت دارند، نشانه‌های شهد را می‌بینند.



▲ انتشار با باد

گل‌های نر و ماده‌ی بسیاری از گیاهانی که دانه‌های گرده‌ی خود را با باد می‌افشانند از هم جدا هستند، گل‌های نر، مانند گل‌های نر این سنبله‌ی دم‌گربه‌ای دانه‌های گرده‌ی بسیار زیادی تولید می‌کنند و معمولاً از شاخه‌ی آویزان می‌شوند تا دانه‌های گرده‌ی خود را به باد بسپارند. خامه‌های بسیاری از گل‌هایی که با باد گرده‌افشانی انجام می‌دهند، بلند است تا کلاله در معرض باد قرار گیرد و احتمال گرفتن دانه‌های گرده افزایش یابد.



گیاه خاس ماده

▲ دگرلقاحی

دانه‌هایی که به روش دگرلقاحی تولید می‌شوند، سالم‌ترند. در دگرلقاحی دانه‌ی گرده‌ی یک گل با تخم‌زای گلی دیگر ترکیب می‌شود. گیاهان برای انجام دگرلقاحی روش‌های گوناگون به کار می‌برند. در برخی گونه‌ها، گل‌های نر و ماده هرگز همزمان روی یک گیاه به‌وجود نمی‌آیند. در بعضی دیگر، جنس‌های نر و ماده از هم جدا هستند. مثلاً گیاه خاس یا نر است یا ماده. فقط گیاه خاس ماده میوه‌ی جبه‌ای تولید می‌کند.



درختان

جنگل

تقریباً یک سوم خشکی‌های زمین را جنگل پوشانده است. در جنگل، درختان به صورت فشرده در کنارهم روئیده‌اند. جنگل را بر پایه‌ی اقلیمی که در آن قرار دارند، به جنگل‌های گرمسیری، مناطق معتدل و سردسیر تقسیم می‌کنند. جنگل‌های بارانی در آب و هوای گرم و مرطوب تشکیل می‌شوند. در این‌جا ممکن است بیش از ۲۰۰ گونه درخت در هر هکتار از زمین روئیده باشند. بیشتر درختان جنگل‌های مناطق معتدل خزان شونده هستند، مانند بلوط و راش. جنگل‌های سردسیری شمال کره‌ی زمین را بیشتر درختان مخروط‌دار تشکیل می‌دهند.

این گیاهان دانه‌دار بلند سال‌ها زنده می‌مانند و در زمستان نمی‌میرند. درختان یک ساقه‌ی چوبی دارند که تنه نامیده می‌شود. تنه با رشد و مسن‌تر شدن گیاه کلفت‌تر می‌شود تا بتواند وزن در حال افزایش آن را نگه دارد. در برخی نقاط جهان، درختان در کنار هم می‌رویند و **جنگل** تشکیل می‌دهند. درختان را به دو گروه بزرگ تقسیم می‌کنند: مخروط‌داران و درختان برگ‌پهن. بسیاری از درختان برگ‌پهن را **درختان برگ‌ریز** یا خزان شونده می‌گویند یعنی برگ‌های آن‌ها در پاییز می‌ریزد. بسیاری از مخروط‌داران **درختان همیشه‌سبز** هستند و در سراسر طول سال برگ دارند.

► بافت چوبی

تنه‌ی درخت از لایه‌های مختلف سلولی تشکیل شده است. خارجی‌ترین لایه لایه‌ی محافظ است که پوست درخت نام دارد. در زیر پوست درخت، لایه‌ی نازکی از سلول‌های آبکشی قرار گرفته است. این سلول‌ها غذا را از برگ‌ها به دیگر بخش‌های گیاه می‌رسانند. زیر لایه‌ی آبکشی لایه‌ی نازک دیگری قرار دارد. این لایه کامبیوم نام دارد و سلول‌های آن دائماً تقسیم می‌شوند تا به قطر تنه بیفزایند. در زیر آن‌ها اونداهای چوبی موجود در برون چوب قرار دارند که آب و مواد معدنی را از ریشه‌ها به بالا می‌کشانند.

درون چوب

از سلول‌هایی که بیشتر آن‌ها مرده‌اند تشکیل شده و به درخت استحکام می‌دهد

برون چوب

شامل سلول‌های زنده و مرده است

پوست درخت

از سلول‌های سخت و مرده تشکیل شده است و از بافت زنده‌ی زیرین خود حفاظت می‌کند

◀ پوست محافظ

پوست درخت از چوب درونی که زنده است حفاظت می‌کند و آن را از خشک شدن و گرما و سرمای شدید مصون می‌دارد. بریدگی‌های کوچکی که در پوست درخت وجود دارد، عدسک نام دارند و به دی اکسید کربن اجازه‌ی خروج و به اکسیژن اجازه‌ی ورود می‌دهند. بافت پوست درختان مختلف متفاوت است. پوست درخت بلوط شکاف‌دار و زبر است. پوست درخت راش بسیار ظریف و نازک است و پوست درخت توس نسبتاً صاف است.

لایه‌ی نوپدید
شامل تاج درختان بلند است

سایبان
شامل نوک بسیاری از
درختان کامل جنگلی است

زیر سایبان
از درختان جوان که
به‌سوی سایبان در حال
رشدند تشکیل شده است

لایه‌ی بوته‌ای
شامل گیاهانی است که
برگ‌های پهن دارند تا
اندک نور خورشید را که
به کف جنگل می‌رسد،
جذب کنند.

کف جنگل
زیستگاه سرخس‌ها و گیاهان
زمین رست دیگر است.

▲ لایه‌های زندگی

در جنگل‌های بارانی چند لایه‌ی مجزا وجود دارد. در هر لایه، گیاهان و جانوران خاصی زندگی می‌کنند. در سایبان، زندگی بیشتری در جریان است. در آن‌جا بیشتر برگ‌ها، گل‌ها و میوه‌ها به‌وجود می‌آیند. تعداد اندکی از گیاهان به لایه‌ی نوپیدی می‌رسند. در لایه‌ی زیر سایبان، درختان کوچک‌تر و در زیر آن‌ها لایه‌هایی از بوته‌های برگ‌پهن قرار دارند که می‌توانند در نور اندک زندگی کنند. پایین‌ترین لایه کف تاریک جنگل است که در آن، تعداد کمی گیاه کوچک زندگی می‌کنند.

درختان همیشه سبز

هر یک از برگ‌های روی درختان همیشه سبز ممکن است چند سال زنده باشد و فقط وقتی که قرار است جای آن برگی جدید تولید شود فرو می‌افتد. بنابراین، این درختان در طول زمستان‌های سرد یا فصول خشک برگ‌دار هستند. برگ‌های بسیاری از مخروط‌داران، مانند کاج، دو تا چهار سال عمر می‌کنند. در مناطقی نیز که تغییرات اقلیمی سالانه اندک است، مانند مناطق مرطوب گرمسیری، بسیاری از گیاهان همیشه سبز هستند.

مواد شیمیایی ضد یخ

برگ‌های بسیاری از درختان همیشه سبز رزین دارند. رزین شکاف‌های روی تنه را پر و نیز برگ‌ها را از یخ زدگی محافظت می‌کند. خاصیت ضد یخ بودن رزین‌های درخت کاج به زنده ماندن برگ‌ها در زمستان کمک می‌کند، حتی هنگامی که کاملاً از برف و یخ پوشیده باشند.

قندیل‌های یخی

از شاخه آویزانند، اما به برگ‌های سوزنی زیر آن‌ها آسیبی نمی‌رسد

درختان برگ‌ریز

درختانی را که برگ‌های خود را در پاییز از دست می‌دهند، برگ‌ریز یا خزان شونده می‌گویند. این درختان در مناطق معتدل، که تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد دارند، می‌رویند. در پاییز، دما کاهش می‌یابد و از طول روز و زمان نورگیری برای فتوسنتز کاسته می‌شود. این درختان برای صرفه جویی در انرژی برگ‌های خود را می‌ریزند. و رشد خود را متوقف می‌کنند. این کار به نگهداری آب نیز کمک می‌کند، چون اگر برگ‌ها باقی بمانند مقداری از آب درخت از طریق آن‌ها تبخیر می‌شود.

تغییرات فصلی

برگ‌های برخی از درختان خزان شونده پیش از فرو ریختن رنگ‌های درخشانی به خود می‌گیرند؛ مثلاً برگ‌های درخت افرا از سبز به زرد می‌گریند و سپس نارنجی و قرمز می‌شوند. این تغییر رنگ به علت تجزیه‌ی کلروفیل است که برگ‌ها را سبز نگه داشته بود. پس از تجزیه‌ی کلروفیل، رنگدانه‌های دیگری که تا آن زمان دیده نمی‌شدند، ظاهر می‌شوند.



ریشه‌ها از نوک رشد می‌کنند و دراز می‌شوند

شبکه‌ی ریشه‌ها

ریشه‌های درخت به صورت شبکه‌ای بزرگ در زیر زمین گسترده می‌شوند. این شبکه غالباً هم اندازه‌ی تاج درخت است که بالای خاک قرار دارد. ریشه‌های بزرگ‌تر درخت آن را محکم در زمین نگاه می‌دارند. بسیاری از ریشه‌های نازک، که کار تغذیه‌ی گیاه را به عهده دارند، نزدیک سطح زمین قرار دارند. این ریشه‌ها را تارهای کشنده، که آب و مواد معدنی را از خاک جذب می‌کنند، می‌پوشانند.



گیاهان انگل

بسیاری از گیاهان غذایی را که نیاز دارند، خود می‌سازند؛ اما برخی گونه‌ها انگل هستند. آن‌ها غذای خود را از گیاهانی می‌گیرند که میزبان نامیده می‌شوند. گیاهان انگل اندام مکندگی خاصی دارند که می‌توانند آن را به‌درون آبراه‌های غذایی گیاهان وارد کنند و مواد قندی و معدنی آن را به‌درون خود بکشند. بسیاری از گیاهان انگل کاملاً به غذای میزبان وابسته‌اند و به برگ سبز نیاز ندارند. بعضی دیگر برگ‌های سبز دارند و می‌توانند مقداری از غذای خود را به روش فتوسنتز بسازند.



داروایش بالغ



دانه‌ی داروایش در حال رویش



ساقه‌های داروایش

انگل سبز

داروایش انگلی است که آب و مواد معدنی را از درخت میزبان می‌گیرد. داروایش برگ‌های سبز دارد و با استفاده از آبی که از گیاه میزبان می‌گیرد، و از طریق فتوسنتز غذا تولید می‌کند.

بافت آوندی گیاه میزبان



▲ ربودن غذا

این برش میکروسکوپی اندام مکندگی گیاه بیس را نشان می‌دهد که به‌درون ساقه‌ی گیاه میزبان فرو رفته، به آوندها وارد شده است و قندها را به‌درون خود می‌کشد. گیاه بیس با رشد خود تعداد زیادی اندام مکندگی تولید می‌کند و رفته رفته مقدار بیشتری از مواد غذایی میزبان را جذب می‌کند تا سرانجام آن را بکشد.



انگل کامل

بسی گیاهی انگلی است که اصلاً نمی‌تواند فتوسنتز انجام دهد. برگ‌های این گیاه کوچک و به پولک‌های قهوه‌ای رنگی تبدیل شده‌اند. این گیاه کلروفیل سبز رنگ ندارد، باید همه‌ی غذای مورد نیاز خود را از گیاه میزبان دریافت کند. بیس گیاهی بالا رونده، از خانواده پیچک است و به‌دور گیاه میزبان می‌پیچد، اندام‌های مکندگی تولید می‌کند که به‌درون میزبان فرو می‌روند و از آن غذا جذب می‌کنند.

▶ گل انگل

رافلزیا گیاهی انگلی است که بزرگ‌ترین گل جهان را تولید می‌کند و در جنگل‌های بارانی جنوب شرقی آسیا می‌روید. این گیاه به ریشه‌های زیر زمین درختان تاک نفوذ می‌کند و از آن‌ها غذا می‌گیرد. رافلزیا گاه از این ریشه‌ها ساقه‌ی افراشته‌ای تولید می‌کند که روی آن گل‌های غول‌پیکری که قطر آن‌ها تا یک متر هم می‌رسد، پدیدار می‌شوند. این گل بوی شدید گوشت‌گندیده می‌دهد و مگس‌ها را به‌سوی خود می‌کشد.



گیاهان گوشت خوار

کوزه‌های گیاهی

کوزه‌ی گیاهی نام تله‌های کوزه‌مانندی است که در زیر برگ‌ها آویزانند یا روی زمین قرار دارند. هر تله درپوشی دارد که از ورود آب باران جلوگیری می‌کند. در ته این تله مایع مخصوصی وجود دارد. نشانه‌های سرخ رنگ روی تله حشرات را جذب می‌کنند و در لبه‌های تله شهد شیرین مژه‌ای وجود دارد. هر گاه حشره‌ای روی تله بنشیند و بخواهد از شهد بنوشد، سر می‌خورد و به درون تله می‌افتد و به‌درون مایع ته آن فرو می‌رود و مواد غذایی بدن آن به‌وسیله گیاه جذب می‌شود.

eH گیاهان گوشت‌خوار
carnivorous plants

جشویه، روی برگ باز شده‌ی گیاه مکس خوار ونوس فرو می‌آید

کرک‌های حساسی حرکت آن را حس می‌کنند و تله را می‌بندند

حشرات غرق شده به‌تدریج گوارش می‌شوند

▲ تیره‌ی گوارشی

برای آن که گیاه بتواند مواد غذایی بدن حشره را جذب کند، باید اول آن را تجزیه کند. گیاهان گوشت‌خوار مانند گیاهان کوزه‌دار، آنزیم‌هایی شبیه آن چه که غذا را از روی لوله گوارش جانوران تجزیه می‌کنند، از خود ترشح می‌کنند. گیاه کوزه‌ای می‌تواند در مدت چند ساعت حشره کوچک را گوارش دهد، اما تجزیه‌ی حشرات بزرگ چند روز طول می‌کشد.

جشویه به کرک‌ها حساس است

تله‌ی چسبنده

گیاه حشره‌خوار دروزرا گیاهی کوچک و سردی است که برگ‌های آن را کرک‌های بی‌شمارند. این کرک‌ها قطر و هادی چسبکی شبیه به شمع در نوک خود به‌وجود می‌آورند. وقتی حشرات جذب این مایع می‌شوند، به آن می‌چسبند. کرک‌ها سپس به‌زیر خم می‌شوند، طوری که برگ همه‌ی بدن حشره را در برگیرد. مواد شیمیایی که از این کرک‌ها آزاد می‌شوند بدن حشره را گوارش می‌دهند و سپس گیاه مواد غذایی آن را جذب می‌کند.



▲ تله‌ی فتری

برگ‌های گیاه مکس خوار ونوس، لولا دارند تا بتوانند با سرعت بسته شوند. کرک‌های حساس هر گونه حشره‌ای را که روی سطح برگ‌های باز می‌نشیند، شناسایی می‌کند. با کم‌ترین حرکتی دو نیمه‌ی برگ به‌هم نزدیک می‌شوند تا برگ را ببندند. وقتی دو نیمه‌ی برگ بسته شوند، گیاه آنزیم‌های گوارشی ترشح می‌کند که بخش‌های نرم بدن قربانی را گوارش می‌کند.



حساسیت گیاهان

گیاهان نیز مانند جانوران تغییرات محیط خود را احساس می‌کنند و به آن واکنش نشان می‌دهند. گیاهان می‌توانند نور، گرانش، تغییر دما، مواد شیمیایی و حتی لمس را شناسایی کنند و به آن واکنش نشان دهند. گیاهان برخلاف جانوران عصب و ماهیچه ندارند، بنابراین نمی‌توانند با سرعت حرکت کنند. پاسخ گیاهان به تغییرات محیط تغییر تدریجی آن‌ها در سرعت و جهت رشد است. حرکت آهسته‌ی گیاهان به‌سوی محرک یا به‌جهت مخالف آن گرایش نامیده می‌شود. گرایش را مواد شیمیایی خاصی که تنظیم کننده‌های رشد گیاهان نامیده می‌شوند، تنظیم می‌کنند.



▲ احساس جهت

نور بر جهت رشد ساقه اثر می‌گذارد. ساقه‌ها به‌سوی نور حرکت می‌کنند تا برگ‌ها بتوانند حداکثر فتوسنتز را انجام دهند. ریشه‌ها تحت تأثیر گرانش به‌سوی زمین حرکت می‌کنند و ممکن است به‌سوی آب یا به‌سوی تاریکی رشد کنند. عامل‌های دیگر، مانند دما و رطوبت خاک، ممکن است بر رویش دانه اثر بگذارند.

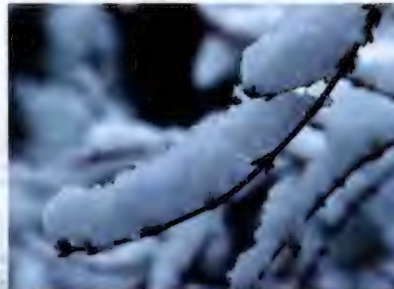
► زمان گلدهی

بسیاری از گیاهان در زمان خاصی از سال گل می‌دهند. این زمان خاص در واکنش به‌نور و دماست. گیاه زعفران می‌تواند نشانه‌های فرارسیدن بهار، مانند بلندتر شدن طول روز (نور بیشتر) و گرم شدن خاک، را تشخیص دهد. این تغییرها سبب تغییراتی در مواد شیمیایی درون گیاه و رویش رشد ساقه و گل می‌شود.



▼ رو به نور

گل‌های آفتابگردان در طول روز رو به‌سوی خورشید دارند و به آهستگی در مسیر حرکت ظاهری خورشید در آسمان حرکت می‌کنند. البته این حرکت بسیار آهسته است و جلب توجه نمی‌کند. در باغچه‌ها، گل‌ها رو به مشرق دارند و در غروب به مغرب. این پدیده را نورگرایی می‌گویند، که معنی آن حرکت به‌سوی نور است. این حرکت با جابه‌جا شدن مواد شیمیایی از یک سوی ساقه به‌سوی دیگر انجام می‌شود.



◀ بقا در زمستان

گیاهان خزان شونده، مانند این یاس زرد، در واکنش به کمبود نور و افزایش سرما در زمستان به‌خواب می‌روند. گیاه برای این کار موادی شیمیایی تولید می‌کند که دمبرگ‌ها را سست و آن‌ها را جدا می‌کند و برگ‌ها می‌ریزند. گیاه در زمستان نیازی به غذا ندارد چون ساقه و جوانه‌ها غیرفعالند. با فرارسیدن بهار، گیاه موادی شیمیایی تولید می‌کند که موجب رشد دوباره‌ی ساقه‌ها می‌شود.





بخش خارجی

بعضی از بخش‌های گیاه به لمس حساسند. گیاهان بالارونده، مانند نخود فرنگی و این گل ساعت، ساقه‌هایی دراز و متصل شونده تولید می‌کنند که پیچک نام دارند. وقتی این پیچک‌ها به اجسام جامد مانند نرده‌های باغچه یا ساقه‌ی گیاهان دیگر برخورد می‌کنند، به دور آن‌ها می‌پیچند. گیاه می‌تواند با گرفتن و متصل شدن به این تکیه‌گاه‌ها به‌سوی بالا رشد کند.



▲ ریشه‌های گیاه چرا در زیر آب

ریشه‌ها معمولاً از نور گریزانند، اما ریشه‌های درخت چرا برعکس به‌سوی نور رشد می‌کنند. درخت چرا در کنار آب‌ها می‌روید و اکسیژن در خاک زیر آب اندک است. این ریشه‌ها برای جبران این کمبود ایجاد می‌شوند. از آب و گل و لای خارج می‌شوند و در هر بار جزر آب دریا، در معرض هوا قرار می‌گیرند و می‌توانند مقدار زیادی اکسیژن از هوا بگیرند.

تنظیم کننده‌های رشد گیاهان

برخی از مواد شیمیایی بر رشد بخش‌هایی از گیاهان اثر می‌گذارند. این مواد تنظیم کننده‌ی رشد گیاهان سرعت تقسیم شدن سلول‌ها و چگونگی رشد آن‌ها را تنظیم می‌کنند. برخی از آن‌ها در نوک ساقه یا نوک ریشه تولید می‌شوند و می‌توانند جهت رشد ساقه یا ریشه را تغییر دهند. اگر سلول‌های یک طرف نوک گیاه سریع‌تر رشد کنند، آن قسمت از نوک در جهت مخالف خم می‌شود.

کروموزوم‌ها در دوسلولی که می‌خواهند تقسیم شوند، قابل مشاهده‌اند

► سلول‌ها در حال تقسیم برخی از مواد تنظیم کننده‌ی رشد گیاهان فرایند پیچیده‌ی تقسیم سلولی را آغاز می‌کنند. پیش از تقسیم، مواد ژنتیک سلول (DNA) باید تکثیر شوند. این دو سلول رشته‌های DNA، یا کروموزوم‌های خود را تکثیر کرده‌اند. این رشته‌ها از هم جدا می‌شوند و آماده‌اند در داخل هسته‌ی سلول‌های جدید محصور شوند. سپس هر سلول به دو سلول تبدیل می‌شود.

وقتی یک سلول

به دو سلول تقسیم می‌شود، دو هسته‌ی جدید به وجود می‌آید



تقسیم سلول‌ها در نوک ریشه‌ی گیاه سیر

بقای گیاهان

برخی گیاهان می‌توانند شکارچیان را از خود دور کنند. برخی دیگر می‌توانند در شرایط سخت محیطی، مانند کوهستان‌های سرد و سنگی، زندگی کنند. در مناطقی که باران کم می‌بارد، گیاهانی که خشک‌رُست نامیده می‌شوند، روش‌های خاصی برای جمع‌آوری و ذخیره‌ی آب دارند. گیاهان شوررُست گروه دیگری از گیاهان جالب از نظر بقا هستند. این گیاهان می‌توانند در مناطق بیش از حد شور، مانند نمک‌زارها، خاک‌های شور و تپه‌های نمکی، برویند.



برگ‌های گیاه
گزنه کرک‌های
گزنه دارد



نوک پراق با کرک‌های
سمی پوشانده شده است

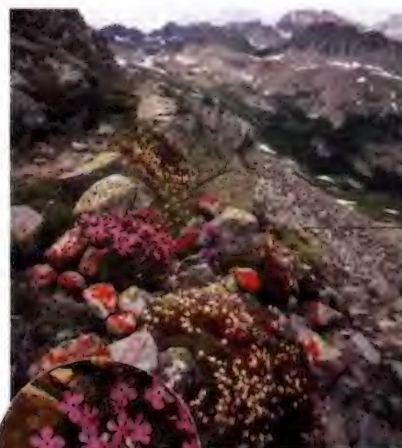
استار

برخی گیاهان برای حفاظت از خود در برابر جانوران گیاه‌خوار به شکل‌های خاص درآمده‌اند. هم رنگ شدن یا محیط استار نام دارد. گیاه قله‌سنگی برگ‌های گوشتی و خاکستری دارد که به شکل قله سنگ‌های اطراف خود درآمده‌اند. فقط گل‌های این گیاه آن را آشکار می‌سازند. جانوران اغلب برگ‌های آن را با قله سنگ‌ها اشتباه می‌گیرند و آن‌ها را نمی‌خورند.



گیاهان در کوهستان‌های خشن

گیاهان کوهستانی موسوم به گیاهان آلی باید در برابر نور خورشید، یخبندان شدید، و بادهای سرد از خود محافظت کنند. آب نیز در آن‌جا کمیاب است چون اغلب باران کم می‌بارد و لایه خاک نازک و یخ زده است. گیاهان آلی به صورت گروهی و فشرده می‌رویند تا کمتر با محیط تماس داشته باشند. کرک‌های ریزی که روی برگ‌ها را پوشانده است، از دست رفتن آب را کم و آن را از آسیب آفتاب حفظ می‌کند.



گل‌ها از بوته خارج
شده‌اند تا حشرات
گرده افشان را به خود
جذب کنند

بوته‌های آلی

نزدیک زمین می‌رویند
تا از اثر خشک‌کننده‌ی
باد در امان باشند

برگ‌های گیاه دارزی

به صورت قیف درآمده‌اند
تا آب را به مرکز گیاه
هدایت کنند



نیلوفر آبی ایزی زرد

گیاهان آیزی نیز مشکلات خاص خود را دارند. گل‌های نیلوفر آبی زرد یا پر سطح آب شناورند یا بر فراز ساقه‌ای در بالای سطح آب قرار دارند. سطح بالایی برگ‌ها مومی و آب‌گریز است. برگ‌های پهن در آب غوطه‌ورند و دمیرگ‌های درازی دارند. دمیرگ‌ها حاوی اتاقل‌های اکسیژن لازم برای تنفس هستند.

بر فراز میزبان

گیاه برومیلیا در جنگل‌های بارانی گرمسیری زنده می‌کند. این گیاه برای رسیدن به نور کافی بر بالای شاخه‌های درخت میزبان می‌روید و با ریشه‌هایش استوار در جای خود می‌ماند. گیاهانی که مانند این گیاه روی گیاهان دیگر می‌رویند اما از آن‌ها غذا نمی‌گیرند، دارزی نامیده می‌شوند.

خشک‌رست‌ها

گیاهانی که به زیستن در وضعیت‌های بیابانی و خشک سازگار شده‌اند خشک‌رست نامیده می‌شوند. بسیاری از آن‌ها برگ ندارند، چون برگ در گرما با تبخیر آب از دست می‌دهد. این گیاهان به جای برگ خارهای دفاعی دارند. برخی از خشک‌رست‌ها ریشه‌هایی کوچک دارند که آب باران را بلافاصله پس از بارندگی جذب می‌کنند. بعضی دیگر ریشه‌های راست و بلند دارند که آب را از اعماق زمین به بالا می‌کشند.

گلریزان در بیابان

گیاهان زودمیر گیاهانی هستند که بلافاصله پس از بارانی که به ندرت در بیابان می‌بارد به گل می‌تشنند و زمین را با گل فرش می‌کنند. این گیاهان در مدت چند روز می‌رویند، رشد می‌کنند، گل می‌دهند و دانه تولید می‌کنند. در پوسته‌ی برخی از گیاهان زودمیر ماده‌ای شیمیایی وجود دارد که از رویش آن جلوگیری می‌کند، و باران این مواد شیمیایی را می‌شوید و گیاه جوانه می‌زند.

ذخیره‌ی آب

گیاهان گوشتی گیاهانی هستند که بخش‌های آبدار و گوشتی دارند و در آن‌ها آب ذخیره می‌کنند. کاکتوس‌هایی مثل این، معروف‌ترین گیاهان گوشتی هستند. کاکتوس آب را در ساقه‌ی خود ذخیره می‌کند و بدین ترتیب می‌تواند با اقلیم خشک سازگار باشد. ساقه‌ی ضخیم آبدار فتوسنتز نیز انجام می‌دهد، چون برگ‌ها به خار تبدیل شده‌اند.

گیاهان شور‌رست

گیاهانی که به زندگی در محیط‌های نمکی سازگاری دارند، شور‌رست نامیده می‌شوند. نمک به آهستگی آب را از ریشه‌ی بسیاری از گیاهان خارج می‌کند و موجب مرگ گیاه می‌شود. برخی از گیاهان شور‌رست روشی برای بیرون راندن نمک اضافی از خود دارند. برخی دیگر برای زنده ماندن، به محیط نمکی احتیاج دارند. گیاهان شور‌رست می‌توانند در باتلاق‌های شور، آب‌های کم عمق ساحلی، تپه‌های خشک نمکی و نمکزارها زندگی کنند.



ساقه‌ی گوشتی
آبی را که ریشه جذب
کرده است، ذخیره می‌کند

خارهای کاکتوس
باریکند و آب کمی
از خود تبخیر می‌کنند

حزای گرمسیری

درختان حرا گیاهان شور‌رستی هستند که در سواحل گرمسیری می‌رویند. ریشه‌ها از آب دریا نمک جذب می‌کنند. نمک همراه با شیرهی خام به برگ‌های زیر می‌رسد که سپس می‌ریزند، و یا به برگ‌های زنده و جوانی که غده‌های ترشح کننده‌ی نمک دارند، برده می‌شوند. درخت حرا ریشه‌هایی دارد که هنگام جزر از آب خارج می‌شوند. این ریشه‌ها سوراخ‌هایی تنفسی دارند که از آن‌ها برای جذب اکسیژن هوا استفاده می‌کنند.



گیاهان غذایی

گیاهان زنجیره‌های غذایی را آغاز می‌کنند. انرژی موجود در آن‌ها انرژی جانوران گیاه‌خوار را فراهم می‌کند. جانوران گیاه‌خوار را جانوران گوشت‌خوار می‌خورند. همه‌ی بخش‌های گیاه منابع غذایی هستند؛ برگ‌ها و ساقه‌ها، ریشه‌ها، میوه‌ها، دانه‌ها، آد미ان نخستین به جمع‌آوری گیاهان وحشی می‌پرداختند اما حدود ۱۰۰۰۰ سال پیش، نخستین کشاورزان به کاشتن گیاهان غذایی، مثل غلات و حبوبات، پرداختند. حشرات، پرندگان و جانوران دیگر نیز گیاه می‌خورند. علاوه بر آن، **آفت‌ها** و جانوران موزی نیز گیاهان کشتنی را تهدید می‌کنند.



نورمن بورلاگ
آمریکایی، ۱۹۱۴-
نورمن بورلاگ دانشمند کشاورزی در مرکز انقلاب سبز سال‌های دهه‌ی ۱۹۶۰ بود. این کوشش عظیم به کاهش گرسنگی در جهان کمک بسیار کرد. او به خاطر توسعه‌ی وارپته‌های پُر محصول و مقاوم به بیماری جایزه‌ی صلح نوبل سال ۱۹۷۰ را دریافت کرد. امروزه گندم‌های او در آسیا، آفریقا و آمریکای جنوبی کشت می‌شود.



▲ به‌طور کامل خورده می‌شود

لوبیای بال‌دار گیاهی کاشتنی و سنتی مخصوص جنوب شرقی آسیاست. دانه‌ها، پوسته، غلاف، برگ‌ها و ریشه‌های این گیاه خوردنی سرشار از پروتئین هستند. به این علت گیاه لوبیای بال‌دار را می‌توان به‌طور کامل مصرف و به این وسیله، با قحطی و گرسنگی در همه جای جهان مبارزه کرد. گیاهانی که ویژگی‌های مفید دارند، همیشه به مناطق جدید جهان برده می‌شوند.

▼ شالی‌کاری در چین

برنج غذای روزانه‌ی بیش از نیمی از مردم جهان است. برنج را در مزارع غرقابی به‌نام شالیزار می‌کارند، چون ریشه‌ی این گیاه باید در آب کم عمق غوطه‌ور باشد. کشاورزان راهی برای کاشت برنج در دامنه‌های تپه‌ها کشف کرده‌اند. آنان برای این کار از بالکن‌سازی استفاده می‌کنند. برنج نیز مانند گندم، ذرت و جو از غلات است. غلات یا قاصله‌ی زیاد، مهم‌ترین محصولات هستند، اما کشاورزان گیاهان غذایی دیگری هم می‌کارند، مانند سبزیجات، میوه، نشکر و چای.

e
گیاهان غذایی
food plants

چرخه‌ی زندگی برنج



دانه‌های برنج در واقع بذرهای این گیاه هستند. در چرخه‌ی زندگی این گیاه دو مرحله‌ی مجزا مشاهده می‌شود. نخست مرحله‌ی رویشی، هنگامی آغاز می‌شود که دانه می‌روید و گیاه جوان از درون آن شروع به رشد می‌کند. گیاه برگ در می‌آورد و تا حدود نیم متر بلندی پیدا می‌کند. مرحله‌ی دوم مرحله‌ی زایشی است. در این مرحله، گیاه سنبله‌هایی از گل تولید می‌کند. گل‌های گیاه برنج، مانند بیشتر غلات دیگر، باید با باد گرده افشانی کنند و سپس میوه و دانه در آن‌ها به‌وجود آید.

درون سنبله‌های
برنج دانه‌ها در سبوس قرار گرفته‌اند

ایجاد بالکن

سبب می‌شود که کشتزارها بدون هدر رفتن آب پر آب شوند



آفت‌ها

هر موجود زنده‌ای که به گیاهان کشاورزی آسیب می‌رساند آفت نامیده می‌شود. بسیاری از گونه‌های حشرات، محصولات کشاورزی را می‌خورند و به آن‌ها آسیب می‌رسانند. بعضی دیگر مانند شته‌ها ممکن است ناقل ویروس‌هایی باشند که گیاهان را بیمار می‌کنند. برخی قارچ‌ها نیز به گیاهان حمله می‌کنند. علف‌های هرز نیز آفت به شمار می‌روند، چون برای مواد غذایی خاک با گیاهان کشاورزی رقابت می‌کنند.



کفشدوزک صیاد
آفت شته را می‌خورد

▲ کنترل طبیعی آفت‌ها

کفشدوزک مهم‌ترین دشمن شته است. گاه به محیط‌های بسته، مانند گلخانه‌ها، صیادان طبیعی را آگاهانه وارد می‌کنند تا شته و دیگر آفت‌های گیاهان کشاورزی را بخورند. استفاده از طبیعت برای کنترل آفت‌ها را کنترل زیستی می‌گویند. کشاورزان هم‌چنین می‌توانند آفت‌ها را به بیماری‌هایی که خاص آن‌ها هستند، آلوده کنند.



▲ افشاندن آفت‌کش‌ها

برخی مواد شیمیایی که آفت‌کش نامیده می‌شوند، برای مسموم کردن آفت‌ها کاربرد دارند. این مواد معمولاً تأثیر بسیار دارند، بسیار کارآمدند و کشاورزان می‌توانند با کمک آن‌ها میوه‌ها و دیگر محصولات کشاورزی را از آسیب آفت‌ها مصون نگه دارند. اما آفت‌کش‌ها موجودات زنده بی‌زیان یا مفید، مانند زنبور عسل، را هم می‌کشند. در باغ‌های سیب، وجود زنبور عسل اساسی است چون به گرده افشانی گل‌ها می‌پردازند و بدون زنبور عسل، میوه‌ای به‌دست نمی‌آید.



▲ درو با کمباین

ماشین‌هایی مانند کمباین‌های دروکننده به کشاورزان کمک می‌کنند تا با صرف هزینه و وقت کم‌تر از زمین‌های خود محصول بیشتری برداشت کنند. کودهای شیمیایی، سموم و آفت‌کش‌ها نیز محصولات کشاورزی را افزایش می‌دهند. اما کاربرد روش‌های کشاورزی به‌صورت افراطی ممکن است منابع غذایی خاک را کاهش دهد و صیادان کشنده‌ی آفت‌ها را از بین ببرد. برخی از کشاورزان بدون مواد شیمیایی محصولات کشاورزی به‌دست می‌آورند.



▲ تناوب کشت

گیاهان برای ساختن مولکول‌های پیچیده‌ای که برای ادامه‌ی زندگی و رشد لازم هستند، به نیترات نیاز دارند. نیترات شکل قابل استفاده‌ای از نیتروژن است. کشاورزان برای جلوگیری از خروج دائمی نیترات از خاک، گیاهان مختلف را به‌طور متناوب می‌کارند. حبوبات (مانند نخود و لوبیا) گره‌های کوچکی در ریشه‌های خود دارند که گرهک نامیده می‌شوند. این گرهک‌ها نیترات را به خاک باز می‌گردانند و نیتراتی را که گیاهان در فصل قبلی از خاک خارج کرده‌اند، جایگزین می‌کنند.

پرویش انتخابی

هزاران سال است که آدمی برای افزودن به محصولات کشاورزی خود دست به انتخاب گیاهان کشاورزی می‌زند. یعنی دانه‌های بهترین گیاهان را انتخاب می‌کند. آدمی برای این کار گیاهانی را انتخاب می‌کند که بزرگ‌ترین دانه‌ها را دارند، خوشمزه‌ترین برگ را دارند، یا به بیماری‌ها مقاومت بیشتر دارند و آن را در فصل بعدی می‌کارند. درخت، نخستین بار در آمریکای مرکزی کاشته شد و هنوز هم برخی از انواع اولیه‌ی این گیاه در همان‌جا کاشته می‌شوند. در نتیجه‌ی انتخاب، درخت جدید با نیاکان وحشی خود بسیار متفاوت است و بلال‌های بسیار بزرگ‌تر را که ردیف‌های مساوی و هم‌شکل از دانه‌های درخت روی آن قرار گرفته‌اند، تولید می‌کند. همگی گیاهانی که غذای اساسی آدمی به‌شمار می‌روند، به همین شیوه اصلاح شده‌اند.

دانه‌های درخت درخت



محصولات دستکاری شده ژنی

گیاهان کشاورزی، غذا، لباس و بسیاری از محصولات مهم دیگر را به ما می‌دهند. کشاورزان بهترین دانه‌ها را انتخاب می‌کنند تا در فصل بعدی بکارند. این انتخاب برای پرورش موجب می‌شود ویژگی‌هایی در گیاهان تقویت شود که ما می‌خواهیم؛ مانند دانه‌های درشت‌تر برنج. اما این فرآیند بسیار درازمدت است. برای سرعت بخشیدن به این کار می‌توان به‌طور مستقیم صفاتی را از موجودات زنده دیگر به آن‌ها منتقل کرد. سلول‌ها صفات خود را به‌صورت دستور کارهایی از ژن‌های خود می‌گیرند. دستکاری ژنی امکان انتقال ژن را از موجودی به موجود دیگر فراهم کرده است.



▶ گیاهان کلون‌شده

این دو گیاه در حال کلون شدنند. این گیاهان از کشت یک سلول مادر گیاهی در ژل استریل پر از مواد غذایی رشد کرده‌اند. با این روش کلون کردن که «ریزتکثیری» نامیده می‌شود، می‌توان هزاران گیاه جوان را از یک گیاه والد تکثیر کرد. وقتی که گیاه جدیدی تولید شد باید میلیون‌ها بار تکثیر شود تا به تعداد کافی از آن به‌دست آید و به کشاورزان سراسر جهان ارسال شود. این کار را می‌توان با ریزتکثیری یا روش‌های دیگر مانند کاشت دانه انجام داد.

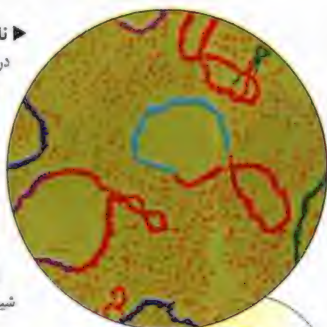


▶ ناقل‌های ژن

در این شکل که با کدهای رنگی مشخص شده، بخشی از DNA گیاه دهنده که به رنگ آبی نشان داده شده است، به حلقه‌ی کوچکی از DNA که پلاسمید نامیده می‌شود و به رنگ قرمز نشان داده شده، متصل شده است. دانشمندان پلاسمیدها را که درون باکتری‌ها وجود دارند برای متوقف کردن ژن بازشده می‌دهند و تکثیر آن استفاده می‌کنند. ژن دهنده در پلاسمید با استفاده از موادی شیمیایی که آنزیم نامیده می‌شوند، بسته می‌شود.

▼ انتقال ژن

دانشمندان برای اصلاح ژن‌ها، نخست ژن یک صفت دلخواه را شناسایی می‌کنند. آنان این ژن را از رشته‌ی DNA جدا می‌کنند و آن را با آنزیم‌هایی قیچی‌مانند پرش می‌دهند. این ژن به‌صورت یک تکه نگه‌داری و به باکتری تزریق می‌شود. از این باکتری برای انتقال ژن جدید به گیاه مورد نظر استفاده می‌شود.



DNA دهنده
به درون پلاسمید
(DNA حلقوی)
جوش می‌خورد

قطعه‌ی DNA
با استفاده از آنزیم
بریده می‌شود



ژن مفید دهنده
شناسایی می‌شود



ژن مفید دهنده
شناسایی می‌شود



پلاسمید
درون باکتری
تکثیر می‌شود



گیاه جدیدی

که دارای ژنی اضافی است،
از سلول عفونی شده یا
باکتری رشد می‌کند

▶ افزایش زمان نگهداری

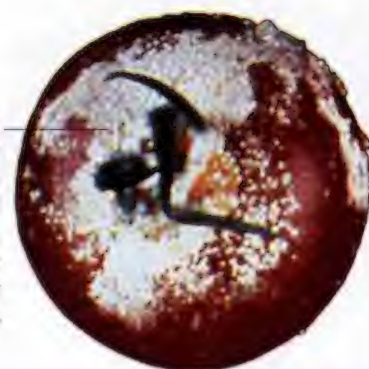
گوچه فرنگی ممکن است در بسته‌بندی و انبار شدن کپک بزنند. همزمان با رسیدن آن‌ها، پوست گوچه فرنگی نازک‌تر و آسیب پذیرتر می‌شود. گوچه فرنگی‌های آسیب دیده، شروع به کپک زدن می‌کنند، چون کپک‌ها می‌توانند روی پوست آن‌ها رشد کنند. دانشمندان، گوچه فرنگی را دستکاری و ژن‌های متوقف کننده‌ی نرم کردن پوست را به آن وارد کرده‌اند. این باعث شده تا گوچه فرنگی‌ها در انبارها کپک نزنند و از بین نروند.



کپک، روی این
گوچه فرنگی که
دستکاری ژنی روی
آن صورت نگرفته،
رشد کرده است

گوچه فرنگی

که روی آن دستکاری ژنی
صورت گرفته، مقاوم به کپک است



از گیاه تا دارو

گیاه خلال دندان

این گیاه مدیترانه‌ای دارای ماده‌ای شیمیایی است که رگ‌های خونی را باز می‌کند، جریان خون را به‌سوی قلب بهبود می‌بخشد و لوله‌های تنفسی شش‌ها را باز می‌کند. این دارو برای درمان تنگی تنفس و آنژین صدری (درد قلب) نیز کاربرد دارد.

پروانش ماداکاسکار

پروانش ماداکاسکار منبع داروهای برای درمان دیابت و برخی انواع سرطان مانند بیماری هاجکین و لوسمی حاد، است و شانس بقای افراد مبتلا را از یک پنجم به نه دهم افزایش داده است.

کینین

پوست این درخت گرمسیری دارویی به‌نام کینین دارد. کینین برای بیشگیری و درمان مالاریا کاربرد دارد. مالاریا بیماری مرگباری است که به‌وسیله‌ی نوعی پشه به بدن انسان منتقل می‌شود و هر ساله جان هزاران نفر را در سراسر جهان می‌گیرد.

گل حسرت

این گیاه کوچک ماده‌ای به‌نام کلشیسین تولید می‌کند که برای درمان روماتیسم و نقرس به‌کار می‌رود. این ماده که از تقسیم سریع سلول‌ها جلوگیری می‌کند، برخی از انواع سرطان‌ها را نیز مهار می‌کند.

گیاه کوکا

گیاه کوکا به‌طور طبیعی در آمریکای جنوبی می‌روید و منبع ماده‌ی کوکائین است. اگر چه کوکائین را می‌توان به‌عنوان ماده‌ی مخدر مصرف کرد و اعتیادآور است، اما پزشکان از آن برای بی‌حسی موضعی و مسکن درد استفاده می‌کنند.

خشخاش

تریاک دارویی ضد درد است که از غلاف دانه‌ی نارس گیاه خشخاش استخراج می‌شود. در سال ۱۸۰۶ دانشمندی آلمانی داروی مرفین را از تریاک استخراج کرد. مرفین و مشتقات آن، مانند هروئین و کدئین، داروهای ضد درد مهمی به‌شمار می‌آیند.

عروس چمن‌زار

عروس چمن‌زار گیاهی است که به‌صورت وحشی در جاهای مرطوب و تالاب‌ها می‌روید. از این گیاه برای فرو نشاندن درد در وضعیت‌هایی مانند سردرد، آرتروز و روماتیسم استفاده می‌شود.

راولفیا

راولفیا گیاهی کوچک و چوبی است که در جنگل‌های بارانی گرمسیری می‌روید. این گیاه دارای رزترین است. رزترین ماده‌ای است که در گزیدگی‌های زار و عرق به‌کار می‌رود. رزترین نخستین ماده‌ی آرام بخشی است که برای بیماری‌های روانی به‌کار رفت. این ماده سبب کاهش فشار خون نیز می‌شود.

بسیاری از گیاهان موادی خاص را در ریشه‌ها، برگ‌ها، گل‌ها و دانه‌های خود ذخیره می‌کنند که به بقای آن‌ها کمک می‌کنند. مثلاً برخی از آن‌ها برای دفاع در برابر جانوران گیاه‌خوار موادی بد بو می‌سازند. انسان‌ها از زمان‌های بسیار قدیم این مواد را استخراج می‌کردند و به عنوان مواد دارویی گیاهی برای درمان برخی بیماری‌ها به‌کار می‌بردند. بسیاری از داروهای مؤثر که در پزشکی امروزی کاربرد دارند، از گیاهان استخراج شده‌اند. امروزه داروهایی که منشأ گیاهی دارند، انواع بیماری‌ها را، از سردرد گرفته تا سرطان، درمان می‌کنند.



شمن (جادوگر پزشکی)

پوست درختی را که در طب سنتی آمازون کاربرد دارد جدا می‌کند



جمع‌آوری پوست درخت

مردمی که در جنگل‌های بارانی زندگی می‌کنند، مانند این شمن یاگوندا در پرو، دانش ارزشمندی از گیاهان دارویی دارند. دانشمندان در تحقیقات خود به این باور رسیده‌اند که می‌توان درمان‌هایی برای برخی از مرگبارترین بیماری‌های جهان را در جنگل‌های بارانی پیدا کنند. برخی از این گیاهان هنوز کشف نشده‌اند. متأسفانه جنگل‌های بارانی در حال تخریب و یا نابودی آن‌ها هزاران دارویی که می‌توانند انسان‌ها را نجات دهند، از بین می‌روند.

شیره‌ی دارویی

آلوته‌وزا شیره‌ی غلیظ گیاه آلوته است که منشأ آن آفریقای استوایی است، اما در مناطق دیگر هم کشت می‌شود. این شیره داروی ماده‌ای شیمیایی به‌نام آلوئین است که در مواد آرایشی و دارویی کاربرد دارد. خاصیت کمک به بهبود زخم‌ها سبب شده است که از آن در لوسیون‌ها و ژل‌های سوختگی، از جمله آفتاب سوختگی، استفاده شود. این شیره برای دور کردن حشرات نیز به‌کار می‌رود.

روغنی که از گیاه آلوته تراوش می‌کند

نوعی دفاع شیمیایی در برابر حیوانات به‌وجود می‌آورد



فرآورده‌های گیاهی

گیاهان علاوه بر غذا و مواد دارویی فرآورده‌های مفید دیگری نیز برای ما فراهم می‌کنند. بسیاری از سلول‌های گیاهی **الیاف طبیعی** می‌سازند که به گیاهان استحکام می‌بخشند. این ویژگی از آن‌ها برای ساختن کاغذ و پارچه موادی مناسب می‌سازد. کنده‌ی درختان برای ساختن قایق، خانه و مبلمان استفاده می‌شود. از برگ‌های نخل سبد، کلاه و تور می‌بافند. از گل‌ها و برگ‌های برخی گیاهان روغن‌های معطر و رنگ‌های طبیعی استخراج می‌شود.



▲ کشتزارهای اسطوخودوس

در اطراف دریای مدیترانه، انگلستان و آمریکا کشتزارهای وسیع اسطوخودوس یافت می‌شود. این گیاه را برای استخراج روغن خوشبوی آن می‌کارند. این روغن در غده‌هایی روی ساقه، برگ‌ها و گل‌ها تولید می‌شود. گیاه را پس از درو خشک می‌کنند و تحت فشار قرار می‌دهند تا روغن آن استخراج شود. گاه روغن را برای به‌دست آوردن روغن خالص‌تر تقطیر می‌کنند. روغن اسطوخودوس برای ساختن عطر، صابون و لوازم آرایشی کاربرد دارد.



تراشه‌های چوب که برای کاغذسازی به کار می‌روند

▲ کاغذسازی

بسیاری از کاغذها را از چوب نرم، مانند چوب درخت کاج، به‌دست می‌آورند. برای این کار نخست با دستگاه یا موادی شیمیایی تراشه‌های چوب را به الیاف تجزیه می‌کنند. به چنین کاری خمیر کردن می‌گویند. سپس الیاف را در موادی شیمیایی می‌ریزند و آن‌گاه با غلتک‌هایی سنگین به صفحاتی نازک تبدیل می‌کنند. ممکن است قبل از تحت فشار قرار دادن آن‌ها را سفید کنند یا به رنگ‌های دیگر درآورند. برای آن که کاغذ صاف‌تر شود به آن نشاسته یا خاک رس می‌افزایند.



▲ الوار برای ساختمان‌سازی

چوب برش خورده را الوار می‌گویند. استحکام الوار آن‌ها را برای خانه‌سازی، به‌ویژه برای ساخت اسکلت ساختمان‌ها، مناسب می‌سازد. چوب‌های نرم، مانند چوب کاج، برای این کار به فراوانی استفاده می‌شوند چون راست و مستقیم رشد می‌کنند. به علاوه، رشد آن‌ها سریع است و می‌توان آن‌ها را در کوتاه مدت جایگزین کرد. چوب سخت درختان گل‌دار، آهسته رشد می‌کند. قیمت آن گران‌تر است و از آن برای ساختن مبلمان منزل استفاده می‌شود.

► کائوچو

درخت کائوچو به‌طور طبیعی در آمریکای جنوبی می‌روید، اما در آسیا نیز آن را می‌کارند. اگر پوست این درخت را شکاف دهیم شیرهای سفید، که شیرابه نامیده می‌شود، تولید می‌کند. این شیرابه را به کائوچو تبدیل می‌کنند. کائوچو ماده‌ای مفید و لاستیک مانند است. بعضی از انواع کائوچو را از درخت کائوچو نمی‌گیرند. بیشتر کائوچوی مصرفی جهان به‌طور مصنوعی و از نفت خام به‌دست می‌آید.

شیرابه

از شکاف موجود در تنه‌ی درخت سرازیر شده است

قطره‌های شیرابه

در این ظرف جمع می‌شوند





حنا روی دست‌ها

حنا درختچه‌ای است که در خاورمیانه و شمال آفریقا می‌روید. در برگ‌های آن رنگدانه‌های قرمز مایل به قهوه‌ای وجود دارد. بنابراین، از آن برای رنگ کردن لباس، مو و حتی پوست بدن استفاده می‌کنند. خمیر سبز حنا، که از پودر کردن برگ‌ها به دست می‌آید، برای رنگ کردن پوست کاربرد دارد. پس از خشک شدن و افتادن حنا، به نظر می‌رسد که پوست خالکوبی شده است.

برگ‌های حنا
را چند بار در سال
می‌چینند

خمیر حنا برای رنگ کردن
نقش‌های ظریف به کار می‌رود



غده‌های روغنی
اسطوخودوس



الیاف طبیعی

گیاهان گروه‌هایی از سلول‌های دراز تولید می‌کنند که به آن‌ها الیاف (فیبر) می‌گویند. این مواد را برای تهیه پارچه، کاغذ و نیز نمد استفاده می‌کنند. الیاف گیاهی محکم هستند چون سلول‌های آن‌ها مولکولی به نام سلولز دارند. اما این مواد باید خواص دیگری مانند انعطاف‌پذیری و بلند بودن را داشته باشند. کتان و کف دو نوع از اولین گیاهانی هستند که انسان از الیاف آن‌ها استفاده کرده است.

▶ گیاه پنبه آماده برداشت

غلاف دانه‌ی پنبه‌ی پنبه شکافته می‌شود رشته‌های کرک‌دار پنبه پدیدار می‌شوند. این رشته‌ها را برای تولید نخ پنبه‌ای به کار می‌برند. پنبه از سلولز خالص است و مقدار بسیار کمی ماده‌ی مومی، پروتئین و آب دارد. این گیاه را در بسیاری از نقاط جهان مانند چین، ایالات متحده و هندوستان می‌کارند.



▶ بوته‌های آماده برداشت پنبه

غلاف پنبه، غوزه‌هایی تولید می‌کند که می‌ترکند و پنبه‌ی سفید از آن آشکار می‌شود. این الیاف را پس از برداشت، در کارخانه می‌ریسند و نخ و پارچه تولید می‌کنند. الیاف پنبه تقریباً سلولز است و فقط اندکی موم، پروتئین و آب دارد.



قارچ‌ها

قارچ‌ها بدون نیاز به نور خورشید می‌رویند و از مواد آلی تغذیه می‌کنند. قارچ معمولی از رشته‌های نخ مانند فراوانی که روی یا درون منابع غذایی می‌رویند تشکیل شده است. این رشته‌ها، که نخینه نامیده می‌شوند، موادی ترشح می‌کنند که مواد غذایی را تجزیه و به موادی تبدیل می‌کنند که نخینه‌ها می‌توانند آن‌ها را جذب کنند. **کپک‌ها**، قارچ‌های چتری خوراکی و سمی، قارچ دود کننده و قارچ دنبان همگی از این گروه‌اند. یک چهارم قارچ‌ها با نوعی جلبک همزیست می‌شوند. این همزیستی را **گل‌سنگ** می‌گویند.

► مکیدن غذا

رشته‌های نخینه شاخه‌دار می‌شوند و شبکه‌ای رشته مانند به نام میسلیم می‌سازند. سطح گسترده‌ی به هم پیوسته‌ی نخینه‌ها موجب می‌شود که قارچ بتواند مقدار زیادی غذا را گوارش دهد و جذب کند. بسیاری از قارچ‌ها نقشی حیاتی در شبکه‌ی غذایی دارند. عمل گوارشی آن‌ها نخستین گام در تجزیه‌ی گیاهان و جانوران مرده است که آن‌ها را برای موجودات زنده‌ی دیگر مناسب می‌سازد.



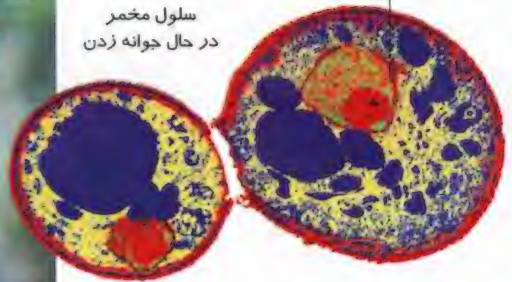
انگورهای پوشیده از مخمر

معمولاً روی دانه‌های انگور را پوششی از سلول‌های مخمر می‌پوشاند. مخمر نوعی قارچ تک سلولی است که به صورت کلنی زندگی می‌کند. مخمر در هر جا که قند به مقدار مناسب وجود داشته باشد، مانند سطح میوه‌ها، زندگی می‌کند. وقتی مخمر قند مصرف می‌کند ماده‌ای سمی به نام الکل تولید می‌شود. مخمرها تولیدکنندگان اصلی الکل هستند.



سلول مادر مخمر
برآمدگی پیدا می‌کند و سلول
جدیدی به وجود می‌آورد

سلول مخمر
در حال جوانه زدن



مونرا
باکتری

آغازی
آمیب

قارچ
قارچ چتری

گیاه
آفتاب گردان

جانور
شیر

▼ قارچ دود کننده در حال دود کردن

قارچ‌ها روی سطح زمین اندام‌هایی زاینده، مانند این کره‌ی دود کننده، تولید می‌کنند. این اندام‌های زاینده هاگ‌هایی بسیار ریز تولید می‌کنند که در هوا حرکت می‌کنند و هر جا که فرود آیند می‌رویند. هر اندام زاینده میلیون‌ها هاگ تولید می‌کند تا احتمال آن که بعضی از آن‌ها روی مواد غذایی مناسب فرود آیند زیاد باشد.



کپک‌ها

قارچ‌هایی که کپک نامیده می‌شوند توده‌های بزرگ ایجاد نمی‌کنند، بلکه اندام‌های زایشی آن‌ها شبیه فلفل پاشیده شده روی غذا و به رنگ‌های سیاه یا آبی است. کپک‌ها هر جا که هاگ‌ها فرود آیند و غذای مناسب مانند نان یا میوه موجود باشد، می‌رویند. رشته‌های کپک یا همان نخینه‌ها به آن‌ها ظاهری پشیم مانند می‌دهد.

ابری از هاگ
از توده‌ی کروی
بر می‌خیزد و با باد
منتشر می‌شود



سر الکساندر فلمینگ

اسکاتلندی، ۱۸۸۱-۱۹۵۵
فلمینگ در سال ۱۹۲۸ نخستین
آنتی بیوتیک را که پنی سیلین بود و
تاکنون جان میلیون‌ها نفر را نجات
داده است کشف کرد. او متوجه شد
که یکی از ظرف‌هایی که در آن‌ها
باکتری کشت داده بود کپک زده و
در اطراف کپک باکتری‌ها
مرده‌اند. فلمینگ دریافت که کپک
ماده‌ای تولید می‌کند که باکتری‌ها
را می‌کشد.



▲ کپک‌های ناجی

کپک سبز رنگ پنی سیلیموم بر سطح ظرف حاوی ژل غذایی رشد کرده است. این کپک
ماده‌ای به نام پنی سیلین آزاد می‌کند که نوعی آنتی بیوتیک است. از آنتی بیوتیک‌ها برای
کشتن باکتری‌ها بدون آسیب رساندن به موجود زنده و انسانی که با آن باکتری‌ها بیمار
شده است استفاده می‌کنند. کپک را امروزه در مقیاس‌های کلان برای تولید این دارو کشت
می‌دهند.

گل‌سنگ‌ها

برخی از قارچ‌ها می‌توانند با جلبک‌ها ترکیب شوند و ساختارهایی به وجود آورند که آن‌ها را گل‌سنگ
می‌نامیم. گل‌سنگ‌ها یا پهن هستند یا کرک دارند و بر سنگ‌ها یا تنه‌ی درختان و محیط‌هایی که برای
زندگی گیاهان بسیار دشوار است می‌رویند. گل‌سنگ‌ها معمولاً نخستین موجوداتی هستند که در محیط‌های
خشن جدید، مانند بام ساختمان‌ها و دیوارها، می‌رویند.

همزیستی گل‌سنگ و قارچ

قارچ و جلبکی که با هم به صورت
گل‌سنگ زندگی می‌کنند، هر دو از این
همزیستی سود می‌برند. جلبک سبز
فتوسنتز انجام می‌دهد و قند تولید
می‌کند و مقداری از آن را به قارچ
می‌دهد. قارچ هم به سهم خود
مواد غذایی معدنی و رطوبت را
می‌گیرد و به جلبک می‌دهد.
این نوع ارتباط دو سویه بین
دو موجود زنده را همزیستی
می‌گویند.



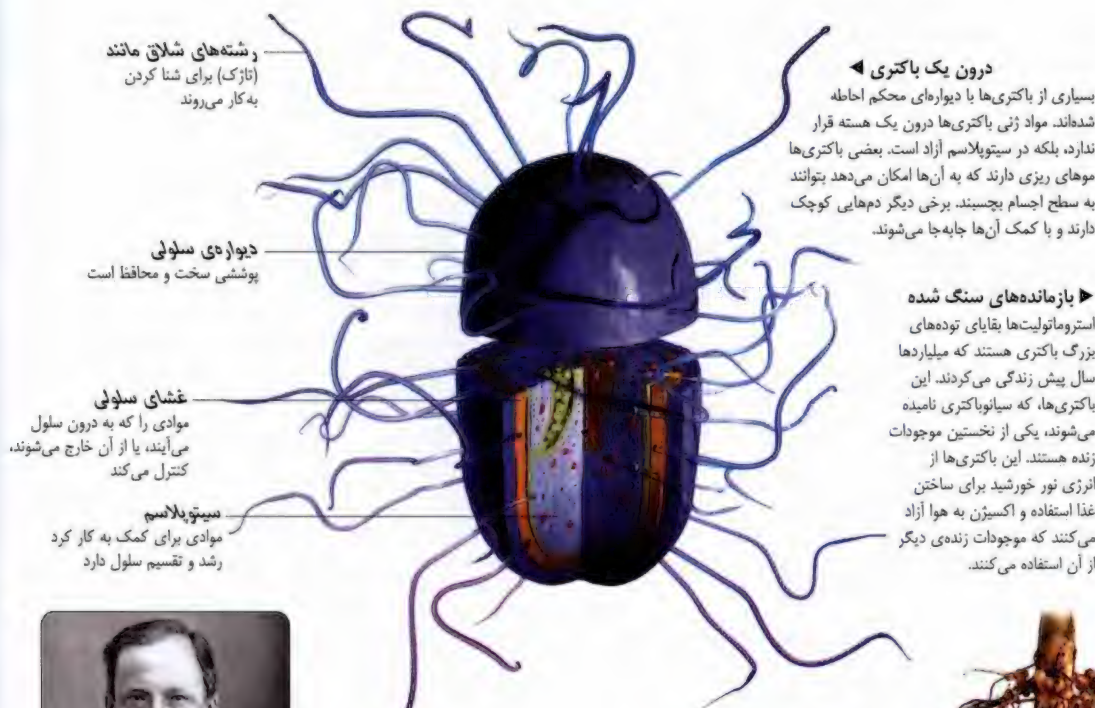
▲ قارچ‌های چتری سمی

بسیاری از قارچ‌ها، مانند این قارچ آگاریک،
مواد سمی و کشنده برای حفاظت از خود در برابر
جانوران تولید می‌کنند. رنگ درخشان قرمز و سفید
کلاهک این قارچ، نوعی نشانه‌ی هشدار دهنده
است. هرگز نباید قارچ‌های وحشی را خورد مگر
آن‌که از سمی نبودن آن‌ها اطمینان حاصل کنیم.



باکتری‌ها

باکتری‌ها در گروه مونرا جای دارند و ساده‌ترین موجودات تک‌سلولی هستند. به علاوه، باکتری‌ها کوچک‌ترین موجودات زنده به شمار می‌روند و فقط با میکروسکوپ‌های قوی دیده می‌شوند. باکتری‌ها فراوان‌ترین موجودات زنده‌اند و در هوا، خشکی، آب و حتی درون بدن زندگی می‌کنند. برخی از باکتری‌ها بیماری‌زا هستند اما برخی دیگر مفیدند. باکتری‌ها مواد غذایی درون خاک را باز یافت و به دستگاه گوارش آدمی کمک می‌کنند.



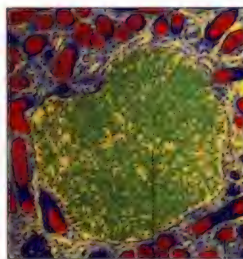
لویی پاستور

فرانسوی، ۱۸۲۲-۱۸۹۵

پاستور شیمیانی بود که نشان داد میکروب‌هایی مانند باکتری‌ها غذا را تجزیه می‌کنند. او دریافت که گرما این میکروب‌ها را می‌کشد. این فرایند، که پاستوریزاسیون نامیده می‌شود، هنوز برای نگهداری غذاها کاربرد دارد. پاستور همچنین نشان داد که باکتری‌ها بیماری ایجاد می‌کنند و برای مهار آن‌ها واکسن ابداع کرد.

آزاد کردن نیترات

بدون باکتری‌ها هیچ یک از موجودات زنده نمی‌توانستند به زندگی خود ادامه دهند. باکتری‌های درون خاک نیترات‌ها را که شکل قابل استفاده‌ی عنصر نیتروژن است، آزاد می‌کنند. همه‌ی گیاهان برای ساختن مواد حیاتی به نام اسید آمینه، به نیترات نیاز دارند. گیاهان نخود و لوبیا، مانند سویا از باکتری‌هایی به نام ریزوبیوم استفاده می‌کنند که نیترات‌ها را به طور مستقیم به آمینو اسید تبدیل می‌کنند. این باکتری‌ها روی ریشه‌ی گیاهان در گره‌هایی به نام گرهک زندگی می‌کنند.



گرهک ریشه هسته‌ی سلول

باکتری‌ها درون یک سلول

ریشه نیتروژن را به شکلی در می‌آورند که گیاه می‌تواند از آن استفاده کند



گرهک‌های ریشه‌ی گیاه سویا باکتری‌های ریزوبیوم دارند



موجودات تک سلولی



بسیاری از موجودات زنده از فقط یک سلول تشکیل شده‌اند. موجودات پیچیده تری نسبت به تک سلولی‌ها وجود دارند که آغازی نامیده می‌شوند. این موجودات، بر خلاف باکتری‌ها، ساختارهای داخلی پیچیده، مانند هسته که شامل رشته‌های سازمان یافته‌ی مولد ژنی به نام کروموزم است، دارند. بسیاری از آن‌ها تک سلولی هستند، ولی برخی به صورت گروهی زندگی می‌کنند که در گروه، هر فرد استقلال دارد.



آنتونی وان لیون هوک

هلندی، ۱۶۳۲-۱۷۲۵

آنتونی وان لیون هوک

عدسی سازی بود که نخستین میکروسکوپ کاربردی را در سال ۱۶۷۱ ساخت و با میکروسکوپ خود باکتری‌ها و آغازیان را مشاهده کرد و آن‌ها را جانوران کوچک نامید وان لیون هوک مخمرها، ساختارهای گیاهی، قطعه‌های دهانی حشرات، و ساختار گلبول‌های سفید خون را نیز بررسی کرد.

دو آمیب به هم می‌رسند

آمیب تک سلولی صیادی است که شکل ثابتی ندارد. می‌تواند برآمدگی‌هایی در سلول خود به وجود آورد و بازوهای ژله‌ای به نام پای کاذب ایجاد کند. آمیب از این پاها برای حرکت، لمس و گرفتن صید استفاده می‌کند. آمیب در آب‌هایی زندگی می‌کند که مواد گیاهی در حال تجزیه شدن در آن وجود داشته باشد. آمیب سلول‌های کوچکتر مانند باکتری‌ها را شکار می‌کنند.

هسته

پای کاذب

وقتی نور خورشید به سلول‌ها تابیده می‌شود، کلروپلاست در آن‌ها به وجود می‌یابد.

اندام زایشی هاگ‌هایی دارد که می‌توانند به سلول‌های جدید تبدیل شوند.

گلبول‌های قرمز خون

انگل مالاریا

▲ جلبک اوگلنا زیر میکروسکوپ نوری

امروزه جلبک‌ها را در گروه آغازیان جا می‌دهند، اما برخی از دانشمندان هنوز آن‌ها را گیاه می‌دانند. جلبک‌ها می‌توانند با فتوسنتز غذا بسازند چون کلروپلاست دارند. جلبک اوگلنا در آبگیرها زندگی می‌کند. در تاریکی کلروپلاست‌های خود را از دست می‌دهد و مانند جانوران از محیط غذا جذب می‌کنند. جلبک‌های دریایی معروف‌ترین نوع جلبک هستند که از اجتماع‌های بزرگ سلول‌های جلبکی ساخته شده‌اند.

▲ اندام‌های زایشی کپک‌های مخاطی

این ریزنگاری که با میکروسکوپ الکترونی اسکن کننده (SEM) تهیه شده است اندام‌های زایشی نوعی کپک مخاطی را نشان می‌دهد که به قارچ چتری شبیه است و ۲۰ برابر بزرگ شده‌اند. کپک‌های مخاطی نخست به صورت سلول‌هایی آمیب مانند ظاهر می‌شوند که در زیستگاه‌های مرطوب به شکار غذا می‌پردازند. پس از آن، سلول‌ها به هم ملحق می‌شوند تا ساختارهای تولید کننده‌ی هاگ بسازند.

▲ انگل مالاریا

برخی از آغازیان با حمله به موجودات زنده‌ی دیگر غذا به دست می‌آورند و به صورت انگل زندگی می‌کنند. شکل این انگل مالاریا که با میکروسکوپ الکترونی فراگذر (TEM) گرفته شده است به یک گلبول قرمز آدمی حمله کرده است. انگل مالاریا نخست از راه نیش پشه‌ی آنوفل به میزبان خود که انسان است حمله می‌کند و وقتی به درون بدن رسید، درون گلبول‌های قرمز خون تکثیر می‌شود و می‌تواند به کبد حمله کند. این انگل موجب تب مالاریا می‌شود که ممکن است کشنده باشد.



مونرا
باکتری‌ها



آغازی
آمیب



قارچ
قارچ چتری



گیاه
آفتاب گردان



جانور
شیر

جلبک‌ها

جلبک‌ها موجودات ساده‌ای هستند که با نور خورشید فتوسنتز انجام می‌دهند؛ اما برخلاف گیاهان واقعی، ریشه، ساقه و برگ ندارند. جلبک‌ها در همه‌ی محیط‌های آبی زندگی می‌کنند. برخی از آن‌ها در خشکی زندگی می‌کنند و لایه‌ای نازک و سبز در محیط‌های مرطوب به وجود می‌آورند. جلبک‌ها بیشتر فیتوپلانکتون‌های دریاها را تشکیل می‌دهند. فیتوپلانکتون‌ها موجودات زنده‌ی میکروسکوپی هستند که در سطح دریا فتوسنتز انجام می‌دهند. جلبک‌های بزرگ‌تر دریایی از تعداد زیادی سلول تشکیل شده‌اند و ساختارهایی شبیه به برگ درختان دارند.

جلبک دریایی
قهوه‌ای

جلباب هوا سبب شناور ماندن اندام برگ مانند در آب می‌شود



جلبک دریایی
قرمز

جلبک دریایی قرمز می‌تواند در مناطق ژرف‌تر دریا انرژی نور را جذب کند

جلبک سبز



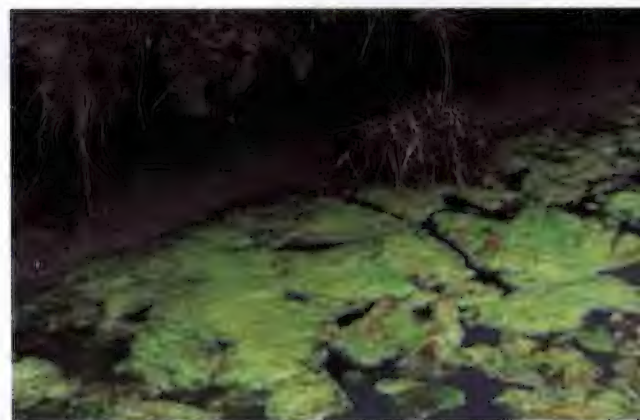
جلبک سبز بیشتر در آبگیرهای سنگی می‌روید

جنگل کلب

کلب نوعی جلبک دریایی بزرگ سبز تیره یا قهوه‌ای است که در آب‌های سرد می‌روید. یکی از انواع کلب‌ها که کلب غول‌پیکر نامیده می‌شود تا ۶۰ متر طول و از بستر دریا تا سطح آن امتداد دارد. کلب غول پیکر می‌تواند جنگل‌هایی بزرگ در زیر آب ایجاد کند و به این ترتیب زیستگاه بسیار مهمی برای موجودات دریایی دیگر، مانند حلزون‌ها، خرچنگ‌ها، توتیا‌های دریایی، فک‌ها و سمورهای آبی بسازد.

انواع جلبک‌های دریایی

همه‌ی جلبک‌های دریایی کلروفیل دارند و فتوسنتز انجام می‌دهند؛ اما برخی از آن‌ها رنگیزه‌های دیگری هم دارند که سبب می‌شود جلبک به رنگ قهوه‌ای یا قرمز به نظر آید. جلبک‌های قرمز مختلف در مناطق مختلف جزر و مدی سواحل دریا زندگی می‌کنند و هر قدر بیشتر در معرض جزر و مد باشند بیشتر به درون خشکی رانده می‌شوند و می‌توانند در مناطق بالاتر ساحلی زندگی کنند.



رشد بیش از حد جلبک‌ها

اگر مواد غذایی، معدنی و آب فراوان باشد ممکن است بر سطح دریاچه‌ها، آب‌گیرها و جویبارها توده‌های جلبک ظاهر شوند. وقتی که توده‌های ضخیم جلبک سطح آب را می‌پوشانند از عبور نور خورشید جلوگیری می‌کنند و گیاهان و جلبک‌های زیر آن‌ها می‌میرند. هنگام تجزیه‌ی این موجودات، اکسیژن آب مصرف می‌شود و همه‌ی موجودات زنده‌ی زیر این توده‌های جلبک می‌میرند.

اندام‌های برگ مانند

به صورت متواتر می‌روید و زیستگاه برای ماهی‌ها و توتیا‌های دریایی فراهم می‌کند

اندام‌های ریشه مانند، کلب را به کف دریا متصل نگه می‌دارند



فیتوپلانکتون

جلبک‌های میکروسکوپی که بر سطح دریاها شناورند و از انرژی نور برای ساختن غذا استفاده می‌کنند فیتوپلانکتون نام دارند. فیتوپلانکتون‌ها، همراه با ژئوپلانکتون‌ها، که جانوران یا شبه جانوران ریز هستند، در نزدیکی سطح دریاها شناورند. فیتوپلانکتون‌ها در موقعیت مناسب می‌توانند با سرعت تکثیر شوند و آب را به رنگ‌های سبز یا قرمز درآورند. فیتوپلانکتون‌ها نخستین منبع غذایی همه‌ی موجودات زنده‌ی آب‌زی هستند.

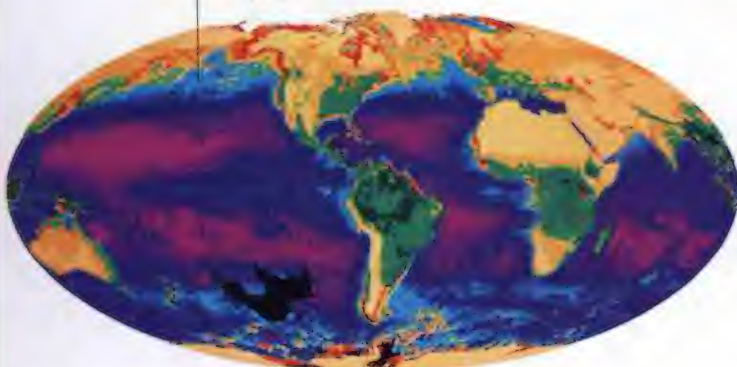
▶ دیاتوم

این جلبک تک سلولی در جعبه‌ای سخت و محکم و شیشه‌ای زندگی می‌کند. هر جعبه دو در دارد که مانند قوطی واکس یکی در دیگری فرو رفته است. وقتی سلول دیاتوم تقسیم می‌شود نیمی از جعبه را نیز دریافت می‌دارد، اما نیمی کوچک‌تر درونی را خود می‌سازد. بنابر این نسل‌های بعدی همیشه کوچک‌تر از والد‌های خود هستند. هنگامی که دیاتوم به کوچک‌ترین اندازه‌ی خود می‌رسد و دیگر نمی‌تواند تقسیم شود هاگ تولید می‌کند. هاگ به دیاتومی به بزرگی دیاتوم اولیه تبدیل می‌شود.



فیتوپلانکتون‌ها

در آب‌های سرد دور از مناطق استوایی، متراکم‌ترند



کارخانه‌های اکسیژن‌سازی

این تصویر که از فضا گرفته شده است محل‌های زندگی فیتوپلانکتون‌ها را نشان می‌دهد. رنگ‌های قرمز، زرد و آبی کم‌رنگ دریاهایی را که از تراکم زیاد کلروفیل به‌صورت فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌های دریایی برخوردارند، نشان می‌دهد. رنگ‌های آبی تیره و صورتی کم‌ترین تراکم کلروفیل را نشان می‌دهند. گیاهان خشکی‌زی با رنگ سبز نشان داده شده‌اند. فیتوپلانکتون‌ها نسبت به همه‌ی گیاهان اکسیژن بیشتری به هوا آزاد می‌کنند.

▶ کشنده‌های سرخ سمی

اگر مواد غذایی معدنی مانند کودها یا فاضلاب‌ها به دریا بریزند محیط مناسبی برای رشد جلبک‌ها فراهم می‌کنند. رشد بیش از حد جلبک‌ها سبب می‌شود. جلبک‌هایی مانند نوکتیلوکا سینتیلائز می‌توانند آب دریا را به‌رنگ سرخ درآورند و با مواد سمی خود جانورانی مانند صدف‌ها را مسموم کنند. کلمه نوکتیلوکا به‌معنی نور شبانه است. این فیتوپلانکتون می‌تواند در تاریکی بدرخشد و بر سطح دریا نوری چشم‌ک‌زن ایجاد کند.



نوکتیلوکا سینتیلائز

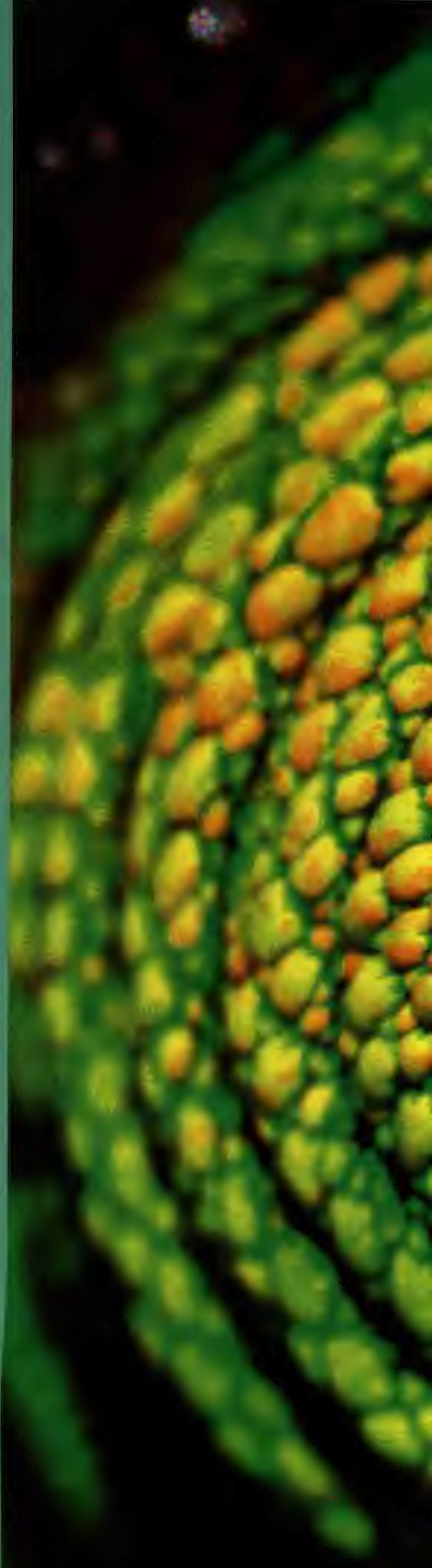


برگ ساقه‌های کلب، به‌سوی نور خورشید می‌روند تا غذا بسازند



جانوران

۳۰۸	تولید مثل	۲۹۰	فرمانروی جانوران
۳۱۰	رشد	۲۹۲	آناتومی جانوران
۳۱۲	تغذیه	۲۹۴	اسفنج‌ها
۳۱۴	حرکت	۲۹۴	کنیدارین‌ها
۳۱۶	حواس	۲۹۵	کرم‌ها
۳۱۸	ارتباط	۲۹۶	سخت‌پوستان
۳۲۰	دفاع	۲۹۷	حشرات
۳۲۲	چرخه‌های رفتاری	۲۹۸	عنکبوتیان
۳۲۴	جمعیت‌ها	۲۹۹	نرم‌تنان
۳۲۵	اجتماعات زیستی	۲۹۹	خارپوستان
۳۲۶	بوم‌شناسی	۳۰۰	ماهی‌ها
۳۲۸	تکامل	۳۰۱	دوزیستان
۳۳۰	زندگی پیش از تاریخ	۳۰۲	خزندگان
۳۳۲	دیرین‌شناسی	۳۰۳	پرندگان
۳۳۴	انقراض	۳۰۴	پستانداران
۳۳۵	حفظ گونه‌ها	۳۰۵	چرخه‌های زندگی
		۳۰۶	جفت‌طلبی



فرمانروی جانوران

جانوران بزرگ‌ترین و متنوع‌ترین فرمانرو را در بین پنج فرمانرو موجودات زنده تشکیل می‌دهند. تاکنون بیش از دو میلیون گونه‌ی جانور، شناسایی شده‌اند. همه‌ی جانوران خصوصیات مشترکی دارند. برخلاف گیاهان، جانوران انرژی مورد نیاز خود را از خوردن غذا به‌دست می‌آورند. بدن همه‌ی جانوران از تعداد زیادی سلول تشکیل شده است و بسیاری از آن‌ها تحرک زیادی دارند. اغلب جانوران تولید مثل جنسی دارند. جانوران اندام‌های حسی دارند، که به آن‌ها امکان می‌دهد به محرک‌های محیط اطرافشان واکنش سریع نشان دهند. علم **رده‌بندی** از این ویژگی‌ها و خصوصیات دیگر استفاده می‌کند تا جانوران مشابه را با هم گروه‌بندی کند.

رده‌بندی

دانشمندان برای بررسی آسان‌تر، فرمانروی جانوران را به گروه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌کنند. اولین تقسیم‌بندی شاخه نام دارد. هر شاخه به گروه‌هایی به نام رده تقسیم می‌شود. هر رده به تعدادی راسته و هر راسته به چند خانواده و هر خانواده به تعدادی سرده تقسیم می‌شود. هر سرده از مجموعه‌ی گونه‌ها به‌وجود می‌آید. هر گونه، گروه منفردی از جانوران است که ویژگی‌های یکسان دارند و با یکدیگر زاد و ولد می‌کنند.

رده‌بندی شیر

هر گونه‌ی جانوری، یک نام لاتینی منحصر به‌فرد دارد. در این اسم، اولین کلمه نام سرده است که بین جانوران خویشاوند نزدیک مشترک است. کلمه‌ی دوم، نام خاصی است که همراه با سرده، برای یک گونه‌ی خاص، منحصر به‌فرد است.



گونه: Panthera leo
شیر شبیه یوزپلنگ

سرده: Pantheris گربه‌های بزرگ

خانواده: Felidae گربه‌ها

راسته: Carnivora کارنیورا (گوشت‌خواران)

رده: پستانداران جانورانی که به فرزند خود شیر می‌دهند و خونگرمند

شاخه: کورداتا (Cordata)
ستون فقرات استوانه مانند دارند

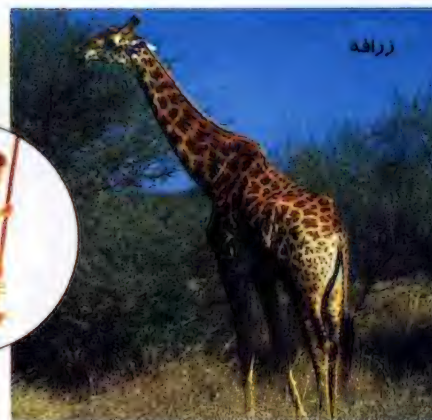
چشم‌ها، مشخص‌ترین اندام‌های حسی به‌شمار می‌آیند

سر، بزرگ و حاوی مغز است

پاهای برای شکار کردن و راه رفتن و گرفتن غذا مناسبند



موش خرمن



زرافه

تنوع در اندازه‌ی بدن

جانوران را بر اساس اندازه‌ی بدن رده‌بندی نمی‌کنند. زرافه و موش خرمن از نظر اندازه تفاوت بسیار زیادی دارند، اما هر دو به‌عنوان پستاندار رده‌بندی می‌شوند زیرا بدن هر دو از مو پوشیده شده است، آرواره‌های تک‌استخوانی دارند و به نوزدان خود شیر می‌دهند.

مجهز برای پرواز

جانوران تنها موجودات زنده‌ای هستند که هوا را به‌تصرف خود درآورده‌اند. حشرات، پرندگان و خفاش‌ها همگی می‌توانند قدرتمندانه پرواز کنند. پرندگان ماهیچه‌های قوی دارند که با سیستم عصبی و مغزی خوب رشد یافته‌ی آن‌ها هماهنگند و به آن‌ها قدرت پرواز می‌دهند.



مونرا
باکتری



آغازیان
آمیب



قارچ‌ها
قارچ - قورباغه



گیاهان
آفتاب گردان



جانوران
شیر ماده



عروس دریایی ساده

بعضی از جانوران، مثل عروس دریایی، ساختار نسبتاً ساده‌ای دارند. آن‌ها اسکلت ندارند، ماهیچه‌های کمی دارند و حرکتشان هماهنگ نیست. همراه جریان‌های آب اقیانوس جابه‌جا می‌شوند. عروس‌های دریایی را بی‌مهره می‌نامند، زیرا مثل ۹۸ درصد جانوران، ستون مهره ندارند.

مهره‌داران

جانوران دارای ستون مهره، مثل این گورخرها، مهره‌دار نام دارند. پستانداران، پرندگان، ماهی‌ها، دوزیستان و خزندگان همه مهره‌دارند. گورخرها به رده‌ی پستانداران تعلق دارند. پستانداران که انسان را هم شامل می‌شوند، پیچیده‌ترین جانداران فرمانرو جانورانند.



بال‌ها
با ماهیچه‌های قوی



پستاندار آبی

وال آبی بزرگ‌ترین جانور زنده است. بدن این جانور ۳۰ متر درازا دارد و فقط به این علت می‌تواند به این اندازه برسد که آب دریا وزن آن را حمایت می‌کند. اگرچه وال مثل یک ماهی، همه‌ی زندگی خود را در آب می‌گذراند، اما به‌عنوان یک پستاندار رده بندی می‌شود زیرا به فرزندانش شیر می‌دهد.



فسیل آمونیت، شکلی شبیه
ناتیلوس‌های زنده‌ی امروزی دارد

جانوری از گذشته

فسیل‌ها نشان می‌دهند که جانوران ۷۲ میلیارد سال پیش بر روی کره‌ی زمین زندگی می‌کردند، اما دانش ما درباره‌ی زندگی در گذشته هنوز کامل نیست. برخی از جانوران پیش از تاریخ با جانوران امروزی تفاوت‌های بسیار زیادی دارند. اما این آمونیت شبیه ناتیلوس جانور دریازی امروزی است، ما می‌توانیم با بررسی شباهت‌های بین فسیل‌ها و جانوران زنده، با زندگی جانوران در گذشته آشنا شویم.



اسکلت بیرونی سخت،
از خشک شدن بدن هیره
جلوگیری می‌کند.

هییره‌ی میکروسکوپی

برخی از جانوران بسیار کوچکند. این هیره (بر روی نوک سوزن) آن قدر کوچک است که با چشم غیرمسلح دیده نمی‌شود. اندازه‌ی بدن آن کوچک است زیرا فقط با پوست اندازی (دور انداختن لایه‌ی خارجی بدن) رشد می‌کند. هیره‌ها اسکلت بیرونی سخت دارند و به کمک پا‌های بندبند حرکت می‌کنند. جانوران دیگری که چنین ویژگی‌هایی دارند، شامل عنکبوت‌ها، عقرب‌ها، بسیاری از حشرات و خرچنگ‌ها هستند.

e
فرمانرو
جانوران
animal
kingdom

آناتومی جانوران

علم مطالعه‌ی ساختار بدن موجودات زنده آناتومی نام دارد. بدن همه‌ی جانوران از سلول‌هایی ساخته شده است که بعضی از آن‌ها برای انجام اعمال متفاوت تخصص یافته‌اند. جانوران ساده، مثل اسفنج‌ها، فقط از انواع کمی سلول ساخته شده‌اند. در جانوران پیچیده‌تر، سلول‌ها به صورت بافت‌هایی مثل ماهیچه‌ها و اعصاب - ضروری برای حرکت جانور - سازمان یافته‌اند. بافت‌ها اندام‌هایی مثل قلب را به وجود می‌آورند. قلب خون را در سراسر دستگاه گردش خون به حرکت در می‌آورد.

تقارن کامل

بیش‌تر جانوران، مثل این پنگوئن، تقارن دوطرفه دارند. اگر پنگوئن را از سر تا پا به دو قسمت کنند، دو نیمه‌ی بدن جانور مثل تصاویر آینه‌ای یکدیگرند. برخی از جانوران مثل شقایق دریایی، تقارن شعاعی دارند. این جانوران سر یا دم ندارند و می‌توان آن‌ها را در طول خطوط زیادی به بخش‌های یکسان تقسیم کرد. از این دو نوع جانور، آن‌هایی که تقارن دوطرفه دارند، امکان حرکت سریع‌تر و دقیق‌تری دارند.



آناتومی کوسه ماهی

کوسه‌ها هم مثل همه‌ی ماهی‌ها ستون مهره‌ی پشتی دارند. از طریق آبشش تنفس و با استفاده از باله حرکت می‌کنند و خونسردند. آناتومی کوسه، ویژگی‌های یک ماهی شکارچی را نشان می‌دهد. کوسه‌ها بدنی زردی شکل و با کم‌ترین مقاومت در برابر جریان آب دارند که به آن‌ها امکان می‌دهد به‌آسانی در آب پیش بروند و شکار را دنبال کنند. آن‌ها همچنین آرواره‌های نیرومند و دندان‌های تیز دارند.

تخم‌دان، تخمک‌هایی را تولید می‌کند که از یک لوله عبور می‌کنند تا بارور شوند

کیسه‌ی صفرا مواد را به‌درون روده می‌ریزد که به جذب چربی‌ها کمک می‌کند

آبشش‌ها اکسیژن را از آب می‌گیرند تا کوسه بتواند نفس بکشد

گمان‌های آبششی، از آبشش‌ها محافظت می‌کنند

ماهیچه‌های نیرومند آرواره‌ها، شکار را گاز می‌گیرند

چشم‌ها، پیشرفته‌اند

سوراخ‌های بینی، برای تشخیص بوی شکار از دور به کار می‌روند

قلب، خون را در سراسر بدن به گردش درمی‌آورد

آئورت، خون را به سرخرگ‌هایی کوچک‌تر منتقل می‌کند

قفسه‌ی سینه، از قلب و شش‌ها محافظت می‌کند

دندان‌ها متعدد و تیزند

جمع‌ده از مغز، که یک اندام حیاتی است، محافظت می‌کند

ستون مهره‌ی پشتی، از سر تا دم کشیده شده است

اسکلت داخلی

همه‌ی جانورانی که ستون مهره‌ی پشتی دارند، تکیه‌گاهی از استخوان‌بندی درونی به نام اسکلت داخلی دارند. اسکلت‌های استخوانی، مثل اسکلت این سنجاب، سبک هستند تا به حرکت جانور کمک کنند. وقتی جانور هنوز بچه است، استخوان‌های اسکلت می‌توانند رشد کنند. بعضی از استخوان‌ها از اندام‌های حیاتی محافظت می‌کنند؛ در حالی که استخوان‌های دست یا پا، تکیه‌گاهی را برای ماهیچه‌ها فراهم می‌آورند.

تعداد زیادی مهره، دم بلندی را برای ایجاد تعادل به وجود آورده‌اند



سلول‌ها

سلول‌های جانوران معمولاً فقط ۰/۰۲ میلی‌متر پهنا دارند. اگرچه این سلول‌ها فوق‌العاده متنوعند، ولی ویژگی‌های مشترکی دارند. سلول‌ها با پوسته‌ای به نام غشا احاطه شده‌اند و مایعی شبیه زله درون آن‌هاست که سیتوپلاسم نام دارد. همه‌ی فرایندهای لازم برای زندگی - مثل تولید انرژی از غذا، دفع مواد زاید و رشد - درون سلول‌ها انجام می‌شوند.

غشای سلول، به برخی از مواد اجازه‌ی عبور می‌دهد و به برخی نه

هسته حاوی DNA است که به سلول فرمان می‌دهد که چگونه رشد و عمل کند

سیتوپلاسم، ماده‌ای زله مانند درون سلول است

میتوکندری، انرژی را از مواد ساده به دست می‌آورد



اجزای سلول

سیتوپلاسم درون یک سلول جانوری، ساختارهایی به نام اندامک دارد که کارهای متنوعی، از ذخیره مواد حیاتی تا از بین بردن باکتری‌ها، را انجام می‌دهند. مهم‌ترین اندامک، هسته نام دارد که حاوی اطلاعات ژنتیکی است و چگونگی رفتار سلول را کنترل می‌کند. میتوکندری اندامک دیگری است که از غذا انرژی تولید می‌کند.

دستگاه گردش خون

دستگاه گردش خون، خون را به سراسر بدن جانور منتقل می‌کند و مواد غذایی و اکسیژن را برای سلول‌ها فراهم می‌آورد. در بعضی از جانوران، این دستگاه از نوع باز، و در بعضی، از نوع بسته است. در دستگاه باز، خون آزادانه در همه جای بدن، جریان دارد. در یک دستگاه بسته، خون فقط در شبکه‌ی رگ‌ها جریان دارد. دستگاه گردش خون به توزیع گرما در سراسر بدن نیز کمک می‌کند.

سوسمارهای اکتوترمی

بسیاری از جانوران خشکی، مثل خزندگان، اکتوترمی هستند - این جانوران برای افزایش دمای بدن تا اندازه‌ای که بتوانند فعالیت کنند، به گرمای خورشید متکی هستند. پرندگان و پستانداران اندوترمی هستند، یعنی خود، گرمای لازم را تولید می‌کنند و دمای بدنشان را ثابت نگه می‌دارند.



اسپیراکل، بر روی بدن لارو پروانه



دستگاه‌های تنفسی

همه‌ی جانوران برای زنده ماندن به اکسیژن نیاز دارند. جانوران ساده‌تر تبادل گازها را در سطح بدنشان انجام می‌دهند. حشرات، مثل لارو پروانه‌ها، در طول بدن خود سوراخ‌هایی به نام اسپیراکل دارند. از این سوراخ‌ها، هوا عبور می‌کند. جانوران پرخوردار از شش، مثل پرندگان و پستانداران، نفس می‌کشند.

ستون مهره‌ها که از مجموعه‌ی مهره‌ها تشکیل شده است

رویه، مواد غذایی را جذب می‌کند

اسکلت بیرونی

شاه میگوها، مثل همه‌ی بندپایان، پوشش بیرونی سختی به نام اسکلت بیرونی دارند که از صفحه‌هایی از جنس ماده‌ای به نام کیتین ساخته شده است. این صفحه‌ها در بخش‌های دارای انعطاف، مثل مفاصل‌های پا، به هم می‌رسند. اسکلت بیرونی تکیه‌گاهی برای ماهیچه‌هاست و همچنین جانور را از شکارچی‌ها محافظت می‌کند. اسکلت بیرونی به حرکت جانور بر روی زمین کمک و از هدر رفتن اضافی آب جلوگیری می‌کند.

کبد،

به گوارش و ذخیره‌ی روغن کمک می‌کند

باله‌های میمنه‌ای، برای کوسه اسکان تغییر مسیر را فراهم می‌کنند.

اسکلت جدید

چند روز طول می‌کشد تا سخت شود



اسکلت بیرونی دور انداخته می‌شود تا شاه میگو بتواند رشد کند

اسفنج‌ها

اسفنج‌ها ساده‌ترین جانوران هستند. بیش‌تر آن‌ها در کلنی‌هایی (گروه‌هایی) زندگی می‌کنند که چیزی بیش از مجموعه‌هایی سلولی که در دو لایه سازمان یافته‌اند، نیستند. بیش‌تر اسفنج‌ها در دریا زندگی می‌کنند و معمولاً هرمافرودیت (دوجنسی) هستند، یعنی هر اسفنج هم تخمک و هم اسپرم تولید می‌کند. لاورها زندگی آزاد دارند، ولی اسفنج‌های بالغ بدون حرکت و در یک‌جا ثابت باقی می‌مانند.



▲ اسفنج‌های آهکی

اسفنج‌ها را بر اساس اسپیکول‌هایشان رده‌بندی می‌کنند. اسپیکول‌ها ساختارهای نوک‌تیزی هستند که چارچوب بدن اسفنج را تشکیل می‌دهند. در اسفنج‌های آهکی، اسپیکول‌ها از کلسیم ساخته شده‌اند. حدود ۱۵۰ گونه‌ی اسفنج آهکی وجود دارد.

شاخه‌ی پوریفر (سوراخ‌دار)

اسفنج‌ها اسکلتی از اسپیکول‌ها (ساختارهای نوک‌تیز) دارند ولی هیچ بخش مشخص اندامی ندارند. بیش‌تر آن‌ها در واقع لوله‌ای هستند که یک طرف آن بسته است، اسفنج‌ها تقارن ندارند و حدود ۱۰۰۰۰ گونه هستند.

رده: کالکارتا (اسفنج‌های آهکی)

ویژگی: اغلب کم‌تر از ۱۰ سانتی‌متر بلندی دارند، اسپیکول‌های اسکلتی آن‌ها از جنس کربنات کلسیم است.

رده: هگزاکتی نیلدا (اسفنج‌های شیشه‌ای)

ویژگی: اسکلت آن‌ها از اسپیکول‌های شش سوزنی، از جنس سیلیس و شیشه شیشه است.

رده: دموسپونژیه (اسفنج‌های لوله‌ای)

ویژگی: بعضی از آن‌ها سه یا چهار اسپیکول سوزنی دارند.



کنیدارین‌ها

کنیدارین‌ها جانورانی آبزی هستند که بدنشان ساده و معمولاً دارای تقارن است و یک سوراخ دهانی دارند. سلول‌های گزنده‌ی روی شاخک‌ها یا بازوهای حسی دور دهان، شکار را به دام می‌اندازند. کنیدارین‌ها یا زنگوله‌ای شکل و متحرکند، مثل عروس دریایی، و یا مثل مرجان‌ها و شقایق‌های دریایی، لوله‌ای شکل و در یک جا ثابتند.



▲ عروس دریایی جعبه‌ای

عروس دریایی با جریان‌های آب اقیانوس حرکت می‌کند و شاخک‌های حسی آن به‌دنبالش روانند. آن‌ها با کنیوپلاست‌های (سلول‌های گزنده‌ی) روی بازوهای حسی خود جانوران کوچک را نیش می‌زنند و آن‌ها را به‌درون دهانشان می‌کشند. بعد از گوارش، مواد دفعی از دهانشان خارج می‌شوند.



بازوهای (شاخک‌های) حسی دور دهان

▲ مرجان‌ها

بیش‌تر مرجان‌ها به‌صورت کلنی زندگی می‌کنند، اما مرجان‌های قارچی یک پولپ منفرد (ساختاری لوله‌ای ساکن و ثابت شده) را تشکیل می‌دهند که ممکن است تا ۵۰ سانتی‌متر هم پهنا داشته باشد. اسکلت سخت آن‌ها گچی (کربنات کلسیم) است، اسکلت مرجان‌ها بر روی هم انباشته می‌شوند و آبسنگ‌های مرجانی را به‌وجود می‌آورند.

شاخه: کنیدارینا

همه‌ی کنیدارین‌ها سلول‌های گزنده دارند. بسیاری از آن‌ها می‌توانند به‌طور غیرجنسی (بدون جفت‌گیری) و جنسی تولید مثل کنند. این شاخه ۹۰۰۰ گونه دارد.

رده: آنتوزوا (مرجان‌ها، یادین‌های دریایی، قلم‌های دریایی، شقایق‌های دریایی)

ویژگی: به‌شکل پولپ‌های ثابت (لوله‌ای شکل) و گوشت‌خوارند و اغلب به‌صورت گروهی زندگی می‌کنند.

رده: سیفوزوا (عروس دریایی)

ویژگی: زندگی آزاد دارند. به‌حالت مدوز (زنگوله‌ای شکل) اند. دهانشان در زیر بدن قرار دارد.

رده: هیدروزا (هیدروزوها)

ویژگی: برخی زندگی آزاد دارند، بقیه ثابتند، بیش‌تر به‌صورت کلنی و در گروه‌های بزرگ به‌سر می‌برند و اغلب گوشت‌خوارند.

رده: کوبوزوا (عروس دریای جعبه‌ای)

ویژگی: زندگی آزاد و حالت مدوز جعبه‌ای شکل دارند و بازوهای حسی آن‌ها به گوشه‌های جعبه متصل است.



▲ شقایق دریایی

شقایق‌های دریایی معمولاً در آبگیرهای صخره‌ای ساحلی یافت می‌شوند و به‌کمک بازوهای گزنده‌ی خود ماهی‌ها و جانوران کوچک را شکار می‌کنند. وقتی در اثر جزر، آب ساحل پایین می‌آید، این جانوران بازوهایشان را جمع می‌کنند تا در بیرون از آب زنده بمانند. این عمل به آن‌ها کمک می‌کند تا آب بدن خود را حفظ کنند.

اسکولوم، سوراخی که آب از آن خارج می‌شود

رنگ‌های درخشان، از ویژگی‌های اسفنج‌های لوله‌ای است

دیواره‌ی سوراخ‌دار کلنی



▶ اسفنج لوله‌ای

اسفنج‌های لوله‌ای یا دموسپونژها، اسکلتی از جنس اسپونژین دارند. که ماده‌ای شبیه کراتین، یعنی ماده‌ی تشکیل دهنده‌ی ناخن‌های انسان، است. این اسفنج‌ها مواد غذایی را از آبی که از سوراخ‌های دیواره‌ی کلنی وارد می‌شود، پالایش می‌کنند. آب از سوراخی به‌نام اسکولون خارج می‌شود. سلول‌های ویژه‌ای به‌نام سلول‌های کولار (پقه‌ای) به حفظ جریان آب کمک می‌کنند.



کرم‌ها

حدود یک میلیون گونه کرم در زیستگاه‌های مختلف زندگی می‌کنند. بدن کرم‌ها باریک و بلند است و پا ندارند. بسیاری از کرم‌ها انگل هستند و در درون یا بر روی بدن جانور دیگر زندگی می‌کنند و برای تغذیه از آن، بخش‌های دهانی نیرومند خود را به کار می‌گیرند. برخی از کرم‌ها شکارچی‌اند و می‌توانند با سرعت زیادی حرکت کنند. سه گروه اصلی کرم‌ها عبارتند از: **کرم‌های پهن، کرم‌های لوله‌ای و کرم‌های حلقوی.**



انواع کرم‌ها

کرم‌ها شاخه‌های متعددی را تشکیل می‌دهند. سه گروه زیر شناخته‌شده‌ترین کرم‌ها هستند. برخی از کرم‌ها در خشکی و در حفره‌های زیرزمینی زندگی و از مواد گیاهی تغذیه می‌کنند. انواع دیگر کرم‌ها در دریا یا آب‌های شیرین زندگی و با پالایش مواد غذایی آب، تغذیه می‌کنند.

شاخه: کرم‌های پهن

ویژگی: حدود ۲۰/۰۰۰ گونه و دارای بدنی پهن و بدون قطعه‌اند. دهان دارند ولی مخرج ندارند. بسیاری از آن‌ها در آب زندگی می‌کنند.

شاخه: کرم‌های حلقوی

ویژگی: حدود ۱۵/۰۰۰ گونه‌اند. بدن آن‌ها از بخش‌های فراوان تشکیل شده است. بیش‌تر آن‌ها در حفره‌های زیرزمینی زندگی می‌کنند. لوله‌ای گوارش آن‌ها شامل دهان و مخرج است و در خشکی و آب زندگی می‌کنند.

شاخه: نماتودها (کرم‌های لوله‌ای)

ویژگی: حدود ۲۵/۰۰۰ گونه‌اند، بدن آن‌ها یکپارچه است و گوارش شامل دهان و مخرج دارند.



کرم‌های حلقوی

این کرم‌ها در سه گروه کرم‌های خاکی، کرم‌های خاردار و زالوها یافت می‌شوند. بدن همه‌ی این کرم‌ها از حلقه‌های پی‌درپی تشکیل شده است. بدن این کرم‌ها پر از مایع است ولی زالوها بدنی سفت و محکم دارند.



دهان

گم‌ریخت،
موکوس ترشح
می‌کند

کرم خاکی

بدن کرم‌های خاکی از تعداد زیادی حلقه تشکیل شده است. فقط لوله‌ی گوارش از سر تا انتهای بدن کشیده شده است. دستگاه گردش خون این کرم‌ها از رگ‌های خونی تشکیل شده است، ولی قلب ندارند. بخش ضخیم‌تر جلوی بدن مایمی غلیظ کرم‌های در حال جفت‌گیری را به یکدیگر متصل می‌کند و پیلای برای نگه‌داری تخم‌ها به وجود می‌آورد.

بدن،

از حلقه‌های مجزا
ساخته شده است

مقعد

کرم‌های لوله‌ای

کرم‌های لوله‌ای یا نماتودها در همه‌جا و در تعداد فراوان یافت می‌شوند. اما چون بیش‌تر آن‌ها شفافند، افراد کمی از وجود آن‌ها مطلع هستند.



دهان

فیش،

که برای چسبیدن
به کار می‌رود

دهان نماتود

این نماتود دریایی در دهانش نیش‌هایی دارد که با آن شکار را می‌گیرد. این جانور چالاک نیست؛

در نتیجه فقط از جاندارانی تغذیه می‌کند که در دسترس او قرار می‌گیرند. جانور هنگام گوارش شیریهایی تولید می‌کند که غذا را تجزیه می‌کنند. مواد دفعی نیز از سوراخ مخرج جانور خارج می‌شوند.



شاخک‌های حسی
اطراف دهان

بدن

لوله‌ای شکل
یکپارچه

کرم لوله‌ای

کرم لوله‌ای بدنی دراز و گرد دارد که در سمت دم باریک و سوزنی شکل می‌شود و لایه‌ی بیرونی آن، یعنی کوتیکول، صاف است. ماهیچه‌های بدن جانور به صورت طولی قرار گرفته‌اند و شکل حلقوی ندارند. جانور برای جلو رفتن، این ماهیچه‌ها را منقبض می‌کند و با عقب و جلو رفتن در یک سطح و ایجاد شکل‌های C و S، به‌کندی حرکت می‌کند.

کرم‌های پهن

حدود ۲۰/۰۰۰ گونه کرم پهن وجود دارد که بدنی سفت و پهن دارند و فاقد خون هستند. بیش‌تر کرم‌های پهن انگل‌اند اما برخی از آن‌ها زندگی آزاد دارند.



کرم‌های پهن دریایی،
معمولاً رنگ‌های روشن دارند

نقطه‌های چشمی،
روی پایه‌ها

کرم پهن دریایی

کرم‌های پهن دریایی از اکسیژن را از سطح بدن پهن و نازک خود جذب می‌کنند. آن‌ها به جلو می‌خزند و بدنشان را مثل موج به حرکت در می‌آورند. لکه‌های چشمی بدن آن‌ها توانایی پیدا کردن مسیر را می‌دهد. اغلب آن‌ها شکارچی هستند و جانوران بسیار کوچک را به کمک دهانی که در زیر بدنشان قرار دارد، می‌خورند.

بادکشی، به دیواره‌ی
لوله‌ی گوارش جانور
میزبان می‌چسبد

قلاب‌ها، حلقه‌ای را دور
سر کرم تشکیل می‌دهند



کرم‌های نواری

کرم‌های نواری انگل‌هایی هستند که در بدن انسان و جانوران دیگر زندگی می‌کنند. این کرم‌ها قلاب‌ها و بادکشی‌هایی روی سر دارند که آن‌ها را به دیواره‌ی لوله‌ی گوارش میزبان متصل می‌کند. دستگاه گوارش ندارند و غذا را از طریق سطح بدنشان جذب می‌کنند. کرم‌های نواری دو جنسی هستند، یعنی هر کرم هم تخمک و هم اسپرم تولید می‌کند.



زالو

زالوها انگل‌هایی هستند که روی سطح بیرونی بدن جانوران دیگر زندگی می‌کنند. زالوها آرواره‌هایی برنده‌ی تخصص یافته‌ای دارند که آن‌ها را در پوست جانوران فرو می‌برند و خون آن‌ها را می‌مکنند. مواد موجود در بزاق زالوها از لخته‌شدن خون و احساس درد در محل گزیدگی جلوگیری می‌کند و به همین دلیل، جانور میزبان از گزیده شدن بی‌خبر می‌ماند. زالوها در دو انتهای بدن خود بادکشی دارند و با تغییر مکان یک بادکشی به جلو و قرار دادن دیگری در پشت آن، حرکت می‌کنند.

سخت پوستان

سخت پوستان اسکلت بیرونی مفصل دار سخت دارند که مثل زره از بدن آن‌ها محافظت می‌کند. این جانوران پنج جفت پای بندبند دارند که در بعضی از گونه‌ها، جفت پای جلویی به چنگال نیرومندی تبدیل شده‌اند. سخت پوستان چشم‌های مرکب دارند که از تعداد زیادی عدسی که بر روی پایه‌ای قرار گرفته‌اند ساخته شده‌است. آن‌ها دو جفت آنتن یا شاخک حسی دارند که کمک می‌کند تا وجود شکارچی را احساس کنند. بیش‌تر سخت پوستان در آب زندگی می‌کنند؛ اما برخی از آن‌ها، مثل شپشک چوب، در مکان‌های مرطوب در خشکی زندگی می‌کنند.

شاخه: سخت پوستان

بیش‌تر سخت پوستان در آب زندگی می‌کنند و بیش از ۴۵۰۰۰ گونه در قالب هفت رده را تشکیل می‌دهند، از جمله:

- رده: برانکیوپودا** (پری میگوها، کک‌های آبی) 
- ویژگی:** اندازه‌ی بدن آن‌ها کوچک است و زندگی آزاد دارند. قطعات دهانی مجهز به زائده‌های مو مانند دارند که به کمک آن‌ها ذرات غذایی را پالایش می‌کنند.
- رده: کریپیدا** (بارناک‌ها) 
- ویژگی:** بدن جمبه‌ای شکل دارند و در بزرگسالی به یک نقطه می‌چسبند.
- رده: مالاکوستراکا** (خرچنگ‌های گرد، میگو، شپشک چوب) 
- ویژگی:** پاهای بند بند و اغلب چنگال دارند و چشم‌هایشان بر روی پایه قرار دارد.

چشم‌های مرکب،

که بر روی یک پایه قرار دارند

▼ میگوی مفصل‌دار آبی رنگ

میگوی معمولی آبی رنگ است و درازای بدن آن تا یک متر هم ممکن است برسد. این جانور بدنی مفصلی، یک شکم دراز و یک دم پهن بادبزی دارد. وقتی جانور رشد می‌کند پوسته یا کاراپاس آن شکاف برمی‌دارد، سپس پوسته‌ی جدید که در زیر پوسته‌ی قدیمی قرار داشت، سخت می‌شود. میگوها در شب و یا شکستن صدف نرم‌تنان با چنگال‌های بزرگ خود تغذیه می‌کنند.

شاخک‌های بلند،

که محیط پیرامون را شناسایی می‌کنند

چنگال‌های بزرگ، برای تغذیه و دفاع



e» سخت پوستان crustaceas

پاهای تغذیه‌ای ذرات غذا را می‌گیرند

▶ بچه بارناکل

برخی سخت پوستان مثل بارناکل‌ها فقط هنگامی که لارو هستند می‌توانند حرکت کنند. تخم‌های این جانوران به لارو تبدیل می‌شوند و ضمن رشد با جریان آب آزادانه حرکت می‌کنند، تا این که خودشان را به صخره، زیر کشتی و یا یک وال بچسبانند و به جانور بالغ تبدیل شوند. بارناکل بالغ نمی‌تواند حرکت کند.



لارو بارناکل در آب حرکت می‌کند تا برای تبدیل شدن به جانور بالغ آماده شود

بارناکل بالغ تخم‌گذاری می‌کند و تخم‌ها به لارو تبدیل می‌شوند



کریل

کریل‌ها از موهای بلند روی پاهایشان برای پالایش ذرات غذایی از آب دریا استفاده می‌کنند. بدنی نرم و چشم‌های بزرگ دارند، اجتماعی هستند و در دسته‌های بسیار بزرگ زندگی می‌کنند و در زنجیره‌ی غذایی دریا، نقش مهمی ایفا می‌کنند. وال‌های بالین فقط از کریل‌ها تغذیه می‌کنند.

اندام نورافشان که هو توهور نام دارد



▲ خرچنگ ویولون‌زن

بیش‌تر سخت پوستان دو چنگال یک اندازه دارند. اما خرچنگ نر ویولون‌زن یک چنگال بسیار بزرگ و یک چنگال کوچک دارد. جانور چنگال بسیار بزرگ خود را برای جلب جفت و دور کردن نرهای رقیب تکان می‌دهد. چنگال بزرگ تا نصف وزن بدن خرچنگ را تشکیل می‌دهد. خرچنگ‌های ویولون‌زن در باتلاق‌های مانگرو زندگی می‌کنند و درون گل و لای پنهان می‌شوند.



حشرات

بدن حشرات از سه قسمت تشکیل شده است: سر، که چشم‌ها، شاخک‌های حسی و قطعات دهانی بر روی آن قرار دارند؛ سینه، که سه جفت پای بندبند و دو جفت بال به آن متصل است و شکم، که دستگاه گوارش و اندام‌های جنسی درون آن قرار دارند. بیش‌تر حشرات برای تبدیل از مرحله‌ی لاروی به شکل بالغ، تغییرات زیادی را پشت سر می‌گذارند.

گستره‌ی بال‌های
سنجاق‌دار نر ۹ سانتی‌متر است

حشرات
insects

چشم‌های مرکب
بزرگ بر روی سر
قرار گرفته‌اند

نوزاد سنجاق

بچه‌ی سنجاق، که نیمف نامیده می‌شود، در زیر آب زندگی می‌کند و ضمن رشد، پوست‌اندازی می‌کند؛ یعنی پوست جانور شکافته می‌شود و یک پوست جدید و بزرگ‌تر شکل می‌گیرد. در هر بار پوست‌اندازی، نوزاد جانور به حشره‌ی بالغ شبیه‌تر می‌شود. در آخرین نوبت پوست‌اندازی، نیمف‌ها از آب خارج و به حشره‌ی بالغ تبدیل می‌شوند.

شکم دراز
که از ده بخش
تشکیل شده است

سنجاق چالاک

بدن باریک و دراز و بال‌های ظریف سنجاق آن را به یکی از سریع‌ترین حشرات پرنده تبدیل کرده است. بال‌های جلویی و عقبی به تناوب حرکت و پرواز حشره را بسیار خوب تنظیم می‌کنند. سنجاق‌ها چشم‌های مرکب بزرگی دارند که هر یک از حدود ۳۰۰۰۰ عدسی تشکیل شده است و می‌توانند شکار را از فاصله‌ی ۱۲ متری ببینند. پاهای حشره زیبایی را برای گرفتن غذا به وجود می‌آورند.

پاهای چنگال‌مانند

پاهای بندبند،
با سوزن‌هایی که غذا
در بین آن‌ها گیر می‌کند

بال سخت.

محافظ بال‌های پروازی
سنجاق است

دهان پروانه

پروانه از خرطوم فنری شکل دراز خود برای مکیدن شهد گل‌ها استفاده می‌کند. قطعه‌های دهانی حشرات بسیار متفاوتند. قطعه‌های دهانی مکس‌ها به شکل بالشتک اسفنجی است. خرگوش‌ها آرواره‌هایی شبیه قیچی و پشه‌ها خرطوم کوچک و تیز دارند.

شاخک

به مجموعه‌ای از
حفره‌های پهن ختم می‌شود

شاخک به پروانه

کمک می‌کند بوی
گل‌ها را حس می‌کند

بال نرم پروازی

زمانی باز می‌شود که بال
سخت به جلو حرکت می‌کند

بال‌های سخت و بال‌های نرم

سوسک طلایی دو جفت بال دارد ولی برای پرواز فقط از جفت بال عقبی استفاده می‌کند. بال‌های سخت شده‌ی جلویی الیتر نام دارند و وقتی از بال‌های عقبی استفاده نمی‌شود، آن‌ها را می‌پوشانند تا از آن‌ها حفاظت کنند. بعضی از حشرات ماهیچه‌هایی دارند که به‌طور مستقیم به بال‌ها چسبیده‌اند و بعضی دیگر بال‌هایشان را با تغییر شکل بدن به حرکت درمی‌آورند. تعداد کمی از حشرات، مثل سیلورفیش بال ندارند.

خرطوم وقتی مورد
استفاده نیست،
پیچ می‌خورد

رده: حشرات

تعداد انواع حشرات بیش از هر نوع جانور دیگر است. حشرات بیش از یک میلیون گونه دارند. بیشتر آن‌ها در خشکی و یا در هوا زندگی می‌کنند؛ ولی تعدادی هم ساکن آب‌های شیرین هستند.

راسته: سنجاق (سنجاق‌ها)
ویژگی: دو جفت بال یک شکل و شکم دراز دارند. وقتی بالغ می‌شوند گوشت‌خوارند. برخی از سنجاق‌ها با بال‌های باز و برخی دیگر با بال‌های بسته، استراحت می‌کنند.

راسته: راست بالان (ملخ‌ها، جیرجیرک‌ها)
ویژگی: بال‌های جلویی سفت و راست، شاخک‌های کوتاه و پاهای عقبی نیرومندی دارند که به کمک آن‌ها می‌چهند. قطعه‌های دهانی چونده دارند.

راسته: پولک بالان (پروانه‌ها، پیدها)
ویژگی: بال‌ها و بدن آن‌ها با پولک پوشیده شده است. خرطوم فرم‌مانند و شاخک دارند. پروانه‌ها شاخک‌هایی دارند که انتهای آن‌ها باتوم شکل است. پروانه‌ها روز پرواز و پیدها شب پروازند.

راسته: نیم بالان (ساس‌ها)
ویژگی: دو جفت بال و قطعات دهانی برجسته دارند که برای سوراخ کردن و مکیدن به کار می‌روند.

راسته: قاب بالان (سوسک‌ها)
ویژگی: بال‌های جلویی (الیتر) سفت است که بال‌های عقبی غشایی را می‌پوشانند و از آن‌ها حفاظت می‌کنند. می‌توانند خود را با فشار از شکاف‌های باریک عبور دهند.

راسته: دوبالان (مکس‌ها)
ویژگی: اغلب یک جفت بال پرواز دارند. برخی بدنی باریک و شاخک نخ مانند دارند و برخی دیگر بدنی بزرگ‌تر و شاخک کوتاه دارند.

راسته: نازک بالان (مورچه‌ها، زنبورهای عسل، زنبور معمولی، زنبور اره‌ای)

ویژگی: دو جفت بالا غشایی دارند که هنگام پرواز با قلاب‌های ریزی به هم متصل می‌شوند و بسیاری از آن‌ها گمر باریک دارند.



عنکبوتیان

عنکبوت‌ها، عقرب‌ها، کنه‌ها و هیمرها بدن دوبخشی و چهار جفت پا دارند، آن‌ها با استفاده از شش‌های کتابی (شبیه صفحه‌های یک کتاب باز) که در شکم جانور قرار دارند، تنفس می‌کنند. به بخش جلویی بدن، که سرسینه نام دارد، پاها و دو جفت قطعه‌ی دهانی متصلند. قطعات دهانی آن‌ها به شکل نیش است که یا شبیه گازانبر است و یا دندان دارند. پاهای آرواره‌ای که شبیه پا و یا چنگالند. اغلب عنکبوتیان روی خشکی و برخی در آب زندگی می‌کنند.

رده: عنکبوتیان

بیش‌تر عنکبوتیان شکارچی هستند ولی برخی لاشه‌خوارند، تعدادی از کنه‌ها هم انگل هستند (در بدن جانوران دیگر زندگی و از آن‌ها تغذیه می‌کنند). ۷۵/۵۰۰ گونه‌ی عنکبوتیان در قالب ۱۲ راسته وجود دارند که سه راسته‌ی مهم آن در زیر معرفی می‌شوند.

راسته: عقرب‌سانان (عقرب‌ها)
ویژگی: شکارچی‌اند، دم آن‌ها به نیش مجهز است. پاهای آرواره‌ای بزرگ شبیه چنگال دارند. زنده‌زا هستند و ماده‌ها بچه‌ها را بر پشت خود حمل می‌کنند.

راسته: کنه‌سانان (هیمرها، کنه‌ها)
ویژگی: بدن آن‌ها بخش‌های مشخصی ندارد. بسیاری از آن‌ها آفت و انگل هستند.

راسته: آرائنا (عنکبوت‌ها)
ویژگی: اغلب آن‌ها هشت پا دارند و می‌توانند تار تولید کنند.



رتیل پاقرمز مکزیکي

رتیل پاقرمز مکزیکي با چنگال خود به شکاری که به لانه‌ی آن نزدیک می‌شود، حمله می‌کند. مثل بیش‌تر انواع عنکبوت‌ها، رتیل شکار خود را با سمی که از نیش خود به آن تزریق می‌کند، فلج می‌کند و می‌کشد. سم، گوشت شکار را تجزیه می‌کند و جانور می‌تواند آن را مثل مایع بمکد - عنکبوت‌ها گوشت‌خوارند و معمولاً حشره می‌خورند.



سم میسینه، که چهار پا و دو جفت قطعه‌ی دهانی به آن متصل است

شکم، که با مو پوشیده است، یا سیخ شدن موها دشمن قریب می‌خورد و دور می‌شود



غده‌های تارریسی، که تار تولید می‌کنند

پاهای بندیدند، که در محل مفصل موهای قرمز دارند

▲ کنه‌ی گوسفند

وقتی کنه با قطعات دهانی سوراخ‌کننده و مکنده‌ی خود خون می‌مکد، شکم نرم و انعطاف‌پذیر آن می‌تواند تا ده برابر اندازه‌ی طبیعی بزرگ شود. هنگام مکیدن خون، کنه محکم به بدن گوسفند می‌چسبد و بعد به زمین می‌افتد و وقتی به غذا نیاز داشته باشد، دوباره خود را به جانور در حال عبور دیگری می‌چسباند.



نیش عقرب، بر روی دم بزرگ آن قرار دارد

► عقرب مهربان

عقرب امپراتور یکی از عنکبوتیان است که از فرزندانش مراقبت می‌کند. عقرب ماده تا حدود سی بچه را تا زمانی که برای دومین بار پوست‌اندازی کنند (یعنی پوسته‌ی بزرگ‌تر و جدید آن‌ها رشد کند)، بر پشت خود حمل می‌کند. این عقرب پوسته‌ای سخت و سیاه چنگال‌های بزرگ و نیش سمی دارد.



پای آرواره‌ای، به شکل چنگال بزرگ

خارپوستان

خارپوستان بدنی پوشیده از خار دارند که معمولاً به پنج قسمت مساوی تقسیم می‌شود. این جانوران بر روی صدها پای لوله‌ای که از آب پر می‌شوند، حرکت می‌کنند. اگر بخشی از بدن خارپوستان جدا شود آن‌ها می‌توانند آن را ترمیم کنند. اسکلت آن‌ها صفحه‌هایی از جنس کربنات کلسیم است.

صفحه‌های کربنات کلسیم، بدن ستاره‌ی دریایی را می‌پوشانند

ستاره‌ی دریایی پادراز

ستاره‌ی دریایی با کشیدن خود در امتداد پاهای مکنده‌ی لوله‌ای شکل زیر بازوهایش حرکت می‌کند. این پاهای قوی همچنین به ستاره‌ی دریایی توان باز کردن صدف نرم‌تنانی چون موش‌ها و اویسترها را می‌دهد و وقتی ماهیچه‌های نرم‌تنان سست و صدف آن‌ها باز می‌شود، ستاره‌ی دریایی شکم خود را از دهانش خارج می‌کند و به‌درون صدف می‌فرستد تا نرم‌تن را هضم کند.

e+X
خارپوستان
echinoderms

پاهای لوله‌ای، به شاخک‌های پرماتند تبدیل شده‌اند

خیار دریایی

پاهای لوله‌ای خیار دریایی دور دهان جانور مجتمع شده‌اند و به کمک آن‌ها غذا را از میان ش‌ها پالایش می‌کند. اگر جانور مورد حمله قرار گیرد، معده‌ی خود و بخش‌های ترمیم‌پذیر را بیرون می‌فرستد تا شکارچی آن‌ها را بگیرد. خیار دریایی بعداً این بخش‌ها را ترمیم می‌کند.

شاخه: خارپوستان

بیش‌تر خارپوستان متحرکند، به استثنای لاله‌های دریایی که حرکت ندارند. این جانوران در آب‌سنگ‌ها، ساحل و بستر دریا زندگی می‌کنند و حدود ۶۰۰۰ گونه را تشکیل می‌دهند.

رده: استروئیده (ستاره‌های دریایی)
ویژگی: دهان مرکزی در زیر سطح بدن دارند که با بازوهای معمولاً پنج‌تایی احاطه شده است.

رده: اکینوئیده (توتیاهای دریایی)
ویژگی: اسکلت گروی دارند که با سوزن پوشیده شده است.

رده: کرینوتیده (ستاره‌های پرماتند، سوسن‌های دریایی)
ویژگی: دهان در بالای بدن قرار دارد و از پلانکتون‌ها تغذیه می‌کنند.

رده: هولوتروئیده (خیارهای دریایی)
ویژگی: بدن‌هایشان شبیه سوسیس است و شاخک‌هایی در اطراف دهان دارند.



▲ توتیای سوزنی

سطح اسکلت سخت توتیا را سوزن‌های تیز پوشانده‌اند و از آن محافظت می‌کنند. پاهای لوله‌ای در میان سوزن‌ها و در سطح بدن جانور پخش شده‌اند. توتیا با استفاده از آرورهای تیزی که در زیر بدنش قرار دارند، از جلبک‌ها و جانوران کوچک تغذیه می‌کند.

نرم‌تنان

حلزون‌ها، لیسه‌ها، صدف‌های خوراکی، اسکوئید، هشت‌پاها و نرم‌تن مرکب، بسیار متفاوت به‌نظر می‌رسند ولی همه از نرم‌تنان هستند. همه‌ی آن‌ها زبانی نواری شکل به‌نام سوهانک دارند که هزاران دندانه (دندان‌های ریز) روی آن را پوشانده‌اند. بسیاری از آن‌ها پوسته‌ای از جنس کربنات کلسیم دارند. اغلب آن‌ها در آب زندگی می‌کنند ولی حلزون‌ها و لیسه‌ها بر روی خشکی زندگی می‌کنند.

پای ماهیچه‌ای، ماده‌ی لمایی ترشح می‌کند و حلزون را بر روی آن پیش می‌برد

صدف پیچ خورده، که حلزون برای حفاظت درون آن پنهان می‌شود
شاخک‌های کوتاه، هنگام حرکت حلزون اشیاء را احساس می‌کنند

چشم ساده، روی شاخک قرار دارد



▲ حلزون غول‌پیکر

حلزون خشکی آفریقایی ممکن است تا ۳۰ سانتی متر درازا داشته باشد. این جانور مثل همه‌ی حلزون‌ها صدفی پیچ‌خورده بر پشت خود دارد که وقتی در معرض خطر قرار می‌گیرد، بخش‌های نرم بدن به داخل صدف کشیده می‌شوند. این جانور با پای بزرگ ماهیچه‌ای بر روی ماده‌ی لمایی که خود ترشح می‌کند و موجب لغزندگی مسیر می‌شود، به‌آهستگی حرکت می‌کند. دهان جانور در زیر سر آن قرار دارد و سوهانک پوشیده شده از دندانه‌های ریز در داخل آن قرار می‌گیرد.

روی بازوها، یادکش‌هایی قرار دارند که برای چسبیدن به صخره‌ها و گرفتن شکار به‌کار می‌روند



شاخه: نرم‌تنان

نرم‌تنان بدن یکپارچه دارند که معمولاً با صدف محافظت می‌شود. بیش از ۵۰۰۰۰ گونه را تشکیل می‌دهند که در هفت رده قرار گرفته‌اند و مشهورترین آن‌ها در زیر معرفی می‌شوند.

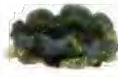
رده: دو کفه‌ای‌ها (کلام‌ها، موش‌ها، اویسترها، اسکالوپ‌ها)
ویژگی: صدف از دو بخش متقارن که با لولا به یکدیگر متصلند، تشکیل شده است.

رده: پلی‌پلاکوفورا (کیبون‌ها)
ویژگی: صدف از چند صفحه تشکیل شده است که با یکدیگر هم‌پوشانی دارند.

رده: شکم‌پایان (حلزون‌ها و لیسه‌ها)
ویژگی: پای مکنده و اغلب آن‌ها صدف حلقوی دارند.

رده: ناپوایان (صدف خرطوم‌ی‌ها، صدف تیغی‌ها)
ویژگی: صدف لوله‌ای دراز دارند. در گل ولای زندگی می‌کنند.

رده: سرپایان (ناتیلوس‌ها، اسکوئید، هشت‌پا)
ویژگی: شاخک (یا بازو) و یادکش.



▲ هشت‌پای ماهوش

هشت‌پای حلقه‌ای، نرم‌تنی است که صدف ندارد و مغز حجیم و چشم‌های بزرگی دارد. این جانور هشت بازوی خود را برای چسبیدن و خزیدن به‌کار می‌برد ولی با خروج آب از بدنش به‌سرعت حرکت می‌کند.

e+X
نرم‌تنان
shell

ماهی‌ها

ماهی‌ها جانوران آبی هستند که حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش ظاهر شدند. ماهی‌ها اولین جانورانی بودند که اسکلت داخلی داشتند. بدن اغلب ماهی‌ها از پولک پوشیده شده است و برای شنا کردن باله و دم دارند. آن‌ها با استفاده از آبشش تنفس می‌کنند و اکسیژن لازم را از آب می‌گیرند. البته معدودی از آن‌ها، مثل ماهی شش‌دار، می‌توانند در هوا زنده بمانند. چهار رده‌ی ماهی‌ها، یعنی ماهی‌های بدون آرواره، کوسه ماهی‌ها، ماهی‌های شش‌دار و ماهی‌های استخوانی، ویژگی‌های مشترکی دارند ولی فقط خویشاوندان دور هستند.

ماهی‌ها

اصطلاح ماهی گروه‌بندی غیر رسمی جانوران آبی کوردا (با ستون مهره‌ی پشتی) است. آن‌ها اکثورتیمی (خون سرد) اند و با استفاده از باله حرکت می‌کنند. حدود ۲۵۰۰۰ گونه ماهی وجود دارد.

- رده:** دهان گردان (ماهی‌های بدون آرواره)
- ویژگی:** دهانی می‌کنند مانند و نوتوکورد (طناب پشتی) دارند.
- رده:** ماهی‌های غضروفی (کوسه ماهی‌ها، اسکیت‌ها و سفره‌ماهی‌ها)
- ویژگی:** اسکلت غضروفی و پولک‌هایی دندان مانند دارند.
- رده:** ماهی‌های استخوانی
- ویژگی:** اسکلت استخوانی، باله‌های انعطاف‌پذیر و کیسه‌ی شنا دارند.
- رده:** ماهی‌های شش‌دار
- ویژگی:** شش و سوراخ‌های بیسی داخلی دارند.



▶ شناگر استخوانی

ماهی‌های استخوانی شناگرهای خوبی هستند. ماهیچه‌های آن‌ها که میوتوم نام دارند، هنگام حرکت ماهی به نوبت منقبض می‌شوند. باله‌ی دمی نیروی لازم برای جلو راندن ماهی را فراهم می‌آورد، در حالی که باله‌های دیگر به ماهی کمک می‌کنند تا موقعیت و جهت حرکت خود را تغییر دهد. خط کناری، که پایانه‌های عصبی در پهلوهایی بدن ماهی است، هر جنبشی را در آب تشخیص می‌دهد. کیسه‌ی شنا حاوی مقدار مناسب هواست تا ماهی نه به عمق آب فرو رود و نه روی سطح آن شناور بماند.



حلقه‌ی دندان‌ها

در بدن ماهی‌های دیگر فرو می‌رود تا لامپری بتواند خون آن‌ها را بمکد



▼ تغذیه از طریق پالایش

سفره ماهی ماننا ظاهری عجیب دارد اما جانوری بی‌آزار است که از طریق پالایش تغذیه می‌کند. بخش‌های پهن و بزرگ در هر طرف سر آن، آب را به سویی دهان هدایت می‌کنند و آبشش‌ها، پلانکتون‌های جانوری و ماهی‌های کوچک را برای بلعیدن، پالایش می‌کنند. جانور یا شربه‌هایی که باله‌های سینه‌ای سه‌گوش نیرومندش به آب می‌زنند حرکت می‌کند. هنگام احساس خطر، جانور می‌تواند به طور ناگهانی و به سرعت حرکت کند و از آب به بیرون بجهد.

این بخش‌ها آب را به سویی بدن هدایت می‌کنند

باله‌های بزرگ میمینه‌ای

ماهی شش‌دار آفریقایی

ماهی شش‌دار آفریقایی، آبشش ندارد. این جانور در آب‌های راکد زندگی و با شش‌هایش تنفس می‌کند. ماهی شش‌دار آفریقایی در فصل خشک یا فرو رفتن در گل و ساختن پیلای به دور خود، به حالت رکود باقی می‌ماند تا وقتی که باران دوباره آبگیر را پر آب کند.

باله‌ی نازک بلند

دوزیستان

دوزیستان از طریق پوست خود آب از دست می‌دهند. بر روی پوست آن‌ها پولک‌های محافظت کننده وجود ندارد. اغلب آن‌ها در مکان‌های مرطوب زندگی می‌کنند. این جانوران ۵۰۰۰ گونه را در قالب سه راسته تشکیل می‌دهند.

رده: دوزیستان بی‌دست و پا (سیسیلیان‌ها)
ویژگی: دست و پا ندارند، شبیه کرم هستند و بینایی ضعیفی دارند.

رده: دوزیستان بدون دم (قورباغه‌ها، وزغ‌ها)
ویژگی: سر پهن و پاهای عقبی نیرومند دارند، دم ندارند.

رده: دوزیستان دم‌دار (سمندر، سمندر آبی)
ویژگی: دم بلند و حس بویایی قوی دارند. لارو آن‌ها گوشت‌خوار است.



چشم‌ها به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که وقتی قورباغه شنا می‌کند، می‌تواند اطراف خود را ببیند.

قورباغه‌ی مرطوب

یک قورباغه همیشه مرطوب به نظر می‌رسد زیرا غده‌هایی در پوست دارد که برای مرطوب ماندنش مخاط ترشح می‌کنند. در نتیجه، قورباغه می‌تواند اکسیژن را از طریق پوست خود به درون جریان خون جذب کند. قورباغه‌ها تنها دوزیستانی هستند که می‌توانند بچه‌ها، برخی از آن‌ها پاهای پرده‌دار دارند و می‌توانند به خوبی شنا کنند. این جانوران معمولاً در خشکی زندگی می‌کنند و با زبان دراز و چسبناک خود کرم‌ها و حشرات را شکار می‌کنند.

تخم قورباغه

قورباغه‌ها در آب تخم‌ریزی می‌کنند زیرا تخم‌ها پوسته ندارند تا از خشک شدن آن‌ها جلوگیری کنند. بچه قورباغه‌ها از تخم بیرون می‌آیند و پس از دوازده هفته به قورباغه‌ی بالغ تبدیل می‌شوند. در ابتدا بچه قورباغه‌ها مثل ماهی‌ها با آبشش تنفس می‌کنند ولی بعد شش جای آبشش را می‌گیرد. پاهای عقبی و جلویی و سر بچه قورباغه‌ها رشد می‌کند و سرانجام دم آن‌ها ناپدید می‌شود.

پرده‌ی بزرگ گوش، نشانه‌ی حس شنوایی دقیق قورباغه است.

پای جلویی خمیده، ضربه‌ی هنگام فرود را جذب می‌کند.

پای عقبی نیرومند، به قورباغه امکان می‌دهد که جهش‌های طولانی داشته باشد.

کرم پنهان

سیسیلیان بدنی دراز و باریک دارد و فاقد دست و پا است. بینایی آن ضعیف است و با حس بویایی قوی خود غذا را جستجو می‌کند. یک شاخک کوچک در زیر هر چشم اطلاعات شیمیایی را دریافت می‌کند و جانور، از این اطلاعات برای شکار کرم‌های خاکی استفاده می‌کند. بدین این جانوران دشوار است زیرا معمولاً درون خاک زندگی می‌کنند.



سمندر آتشی

نوارهای درخشان روی بدن سمندر آتشی به جانوران شکارچی می‌گوید که مزه‌ی آن ناخوشایند است. سمندر آتشی مثل بسیاری از سمندرها، همه‌ی عمر پس از بلوغ خود را در روی خشکی می‌گذرانند. اما سمندرها آبی همیشه برای تولید مثل به آب باز می‌گردند. این جانوران گوشت‌خوارند و بدنی باریک با دم دراز و چهار دست و پای تقریباً یک اندازه دارند.



خزندگان

خزندگان جانورانی خون سرد (اکتوترمی) هستند. آن‌ها نمی‌توانند برای گرم نگه داشتن بدن خود گرما تولید کنند و برای حفظ دمای بدن باید در آفتاب قرار گیرند. پولک‌های سخت و خشکی که بدن آن‌ها را می‌پوشاند از هدر رفتن بیش از اندازه‌ی آب جلوگیری و از بدن آن‌ها در مقابل آسیب حفاظت می‌کند. خزندگان پادار در هنگام حرکت پاهایشان باز و دور از مرکز بدن است زیرا اندام‌های حرکتی آن‌ها به پهلوی بدنشان متصل هستند؛ برخلاف پرندگان و پستانداران که اندام‌های حرکتی در آن‌ها در زیر بدن قرار گرفته‌اند.

▼ **ایگوانای سبز**
این سوسمار بزرگ روی درختان زندگی می‌کند. پولک‌های سبزی که بدن آن را پوشانده‌اند جانور را در بین برگ‌ها استار می‌کنند و انگشتان بلند و چنگال‌دار دست‌وپا به آن کمک می‌کند تا به‌خوبی از درخت بالا برود. اگر جانور مورد حمله قرار گیرد، از دم بلند خود به‌صورت یک تازیانه استفاده می‌کند. ایگواناهای جوان می‌توانند دم خود را بیندازند و بخش از دست‌رفته را ترمیم کنند.



em
خزندگان
reptiles

رنگ سبز، به هماهنگ شدن با رنگ‌های محیط کمک می‌کند

تیغه‌ای از پولک‌های تغییر شکل یافته، در سراسر پشت جانور امتداد می‌یابد

سم؛ با سوراخ‌های بینی و چشم‌های خوب پیشرفته

دم بلند، و تازیانه مانند برای دفاع به کار می‌رود

انگشت‌های بلند پا، هنگام بالا رفتن امکان چسبیدن به درخت را فراهم می‌آورند

پای عقبی، زاویه‌ی ۹۰ درجه با بدن می‌سازد و موجب می‌شود که در هنگام راه رفتن فاصله‌ی پاها از یکدیگر بیش از معمول به‌نظر برسد

پولک‌ها، کوچک هستند که ویژگی خاص پوست سوسمار است

غیب‌ایگوانای نر برای خودنمایی پاد می‌شود



نیش سمی

مار زنگی شکار خود را گاز می‌گیرد و از طریق دندان‌های بلند خود سم را به‌بدن آن تزریق می‌کند. وقتی جانور از نیش‌ها استفاده نمی‌کند، آن‌ها در مقابل سقف دهان خم می‌شوند و وقتی دهان جانور باز می‌شود، دندان‌ها به‌طور خودکار رو به پایین قرار می‌گیرند. دو فرورفتگی حساس به دما که بین چشم‌ها و بینی جانور قرار دارد به پیدا کردن محل شکار کمک می‌کند.

در ازای بدن اژدهای کومودو بالغ تا سه متر هم می‌رسد



اژدهای کومودو

اژدهای کومودو بزرگ‌ترین سوسمار روی زمین است که فقط در تعدادی از جزیره‌های اندونزی زندگی می‌کند. این جانور از حس بویایی فوق‌العاده‌ی خود برای جستجوی شکار استفاده می‌کند. برخلاف پستانداران، خزندگان نمی‌توانند غذا را بجوند. اژدهای کومودو تکه‌های بزرگ گوشت را با دندان‌های کنگره‌دار خود پاره‌پاره می‌کند و می‌بلعد.

رده: خزندگان

خزندگان پوست سختی دارند که با پولک‌هایی از جنس کراتین پوشانده شده است. آن‌ها معمولاً روی زمین تخم‌گذاری می‌کنند و تخم‌هایشان پوسته‌ی نرم دارند. تقریباً ۸۰۰۰ گونه خزنده وجود دارد.	
راسته: اسکواماتا (مارمولک‌ها، مارها) ویژگی: بیش‌تر مارمولک‌ها پلک چشم دارند ولی مارها فاقد آن هستند.	
راسته: کروکودیل‌ها (کروکودیل‌ها، تمساح‌ها) ویژگی: دندان‌های تیزی دارند و نیمی از عمر خود را در آب می‌گذرانند.	
راسته: لاک‌پشت‌ها (لاک‌پشت‌های خشکی، آبی) ویژگی: لاک خارجی سختی دارند با آرواره‌های تیز خود غذا را می‌برند.	

بیرون آمدن از تخم

لاک پشت پلنگی، مثل همه‌ی خزندگان، پس از رشد و نمو کامل از تخم خارج می‌شود و باید بتواند بلافاصله از خود دفاع کند. در برخی خزندگان جنسیت به دمای تخم‌ها در زمان رشد و نمو جنینی بستگی دارد.



پرنندگان

پرنندگان جانوران خون گرم (اندوترمی) هستند که پر، منقار و روی پاهایشان فلس دارند. تخم گذارند و معمولاً تا خروج جوجه‌ها از تخم، آن‌ها را گرم نگه می‌دارند. اغلب پرنندگان توانایی پرواز دارند و بال‌های نیرومند و استخوان‌های سبک و قوی دارند. پرواز برای پرنندگان امکان اجتماع کردن در زیستگاه‌های مختلف سراسر جهان، مثل جزیره‌های دور دست و مناطق قطبی، را فراهم آورده است.

رده: پرنندگان

۹/۰۰۰ گونه پرنده در قالب ۳۹ راسته وجود دارند. همه‌ی آن‌ها تخم‌گذارند و تخم‌هایشان را پوسته‌ای سبک و محکم از جنس کربنات کلسیم محافظت می‌کند. پرنندگان برای بقای جوجه‌هایشان تلاش زیادی می‌کنند.

راسته: کبچک‌سانان (پرنندگان شاخه‌نشین)

ویژگی: دارای پنجه‌های تکه دارنده‌اند و از آواز دلنشین برخوردارند.



راسته: شاهین‌سانان (پرنندگان شکارچی) ویژگی: منقار قلاب‌مانند، بینایی دقیق و چنگال خمیده دارند.



راسته: دارکوب‌سانان (دارکوب‌ها و توکان‌ها) ویژگی: دو انگشت پا رو به جلو و دو انگشت آن رو به عقب است. منقار بلند و نوک تیز دارند و سر آن‌ها می‌تواند ضربه‌های شدید را تحمل کند.



راسته: اردک‌سانان (مرغان آبی)

ویژگی: منقار پهن و پرده‌ی محکمی بین انگشت‌های پاها دارند.



راسته: بادخورک‌سانان (مگس‌مرغ‌ها، بادخورک‌ها)

ویژگی: از شهد گل‌ها تغذیه می‌کنند. هنگام پرواز عملیات آکروباتیک انجام می‌دهند. به سرعت بال می‌زنند. می‌توانند در هوا در جا ثابت بمانند.



راسته: کبوترسانان (کبوترها، قمری‌ها) ویژگی: گروه تشکیل می‌دهند، منقار کوچک دارند، هنگام راه رفتن سر آن‌ها به سرعت تکان می‌خورد.



راسته: ایچلیک‌ها (پرنندگان ساحلی، کاکلی‌ها و اژک‌ها)

ویژگی: اغلب آن‌ها پرواز گرانمی نیرومند هستند و در آب و یا در کنار آن تغذیه می‌کنند.



راسته: ماکیان‌سانان (مرغ خانگی، بوقلمون، بلدرچین)

ویژگی: عمدتاً بر روی زمین ساکنند، بال‌های کوتاه و پهن دارند.



پرهای بال، به طور کامل باز می‌شوند تا سرعت پرواز برای فرود آمدن کاهش یابد.



پرهای پیرامونی

بدن پرنده را به کم مقاومت‌ترین شکل در مقابل جریان هوا تبدیل می‌کنند

پرهای بلند، سطح بال را افزایش می‌دهند

کرک پرهای بدن پرنده را گرم نگه می‌دارند

فرود شاهین

یک پرنده‌ی شکارچی، مثل این شاهین دم‌قرمز، جانوران کوچک را شکار می‌کند. این پرنده با بینایی فوق‌العاده‌اش می‌تواند در حال پرواز، جانوران را بر روی زمین پیدا کند. برخی از پرنده‌های شکاری پیش از شلیک به رقتن برای شکار در جا بال می‌زنند. این شاهین در حال فرود آمدن است. پرهای بال و دم آن به شکل بادبزن از هم باز شده‌اند تا سرعت پرنده را کم کنند.

پرهای پرواز، بلند و سخت هستند

چنگال‌های بلند و تیز، شکار را محکم می‌گیرند

چنگال‌های بلند و تیز، شکار را محکم می‌گیرند



پرهای دم، به عنوان مکان و برای

نرم کردن به کار می‌روند

استخوان‌های توخالی

استخوان‌های پرنندگان معمولاً توخالی و فاقد مغز استخوانند. تیغه‌های محافظت کننده، استخوان‌ها را تقویت می‌کنند تا در هنگام پرواز نشکنند. درون محفظه‌های خالی برخی از استخوان‌ها، کیسه‌های هوا قرار دارد که به شش‌های پرنده متصلند. این کیسه‌های هوای اضافی و در هنگام پرواز، اکسیژن مورد نیاز را به آسانی و به سرعت در اختیار پرنده قرار می‌دهند.



پرنده‌گانی که نمی‌توانند پرواز کنند

برخی از پرنندگان نمی‌توانند پرواز کنند. شترمرغ هنگام خطر می‌تواند با سرعتی بیش‌تر از جانور مهاجم بدود. در نتیجه، برای قرار نیازی به پرواز ندارد. کیوی در نیوزیلند شکارچی طبیعی ندارد، در نتیجه با زندگی بر روی زمین سازگار شده است. پنگوئن‌ها در دریا زندگی می‌کنند و به جای پرواز، شنا می‌کنند.



ماهی‌گیری

ماهی‌خورد اروپایی - آسیایی در شیره زدن برای ماهیگیری مهارت دارد. پرنده بال‌هایش را به پشت خم می‌کند تا وارد آب شود، ماهی را با منقار نوک تیزش می‌گیرد و برای برگشتن به سطح آب با بال‌هایش به سمت پایین نیرو وارد می‌کند. ماهی‌خورد در زیر آب بهتر از پرنندگان دیگر می‌بیند زیرا یک غشای شفاف روی چشم‌هایش را می‌پوشاند و از آن‌ها حفاظت می‌کند. ماهی‌خورد اروپایی - آسیایی از ماهی تغذیه می‌کند ولی اغلب خوشایندانش حشره خوارند.



پستانداران

همه‌ی پستانداران خون گرم (اندوترمی) اند، روی بدن خود خز یا مو دارند و به بچه‌هایشان شیر می‌دهند. این جانوران اسکلت استخوانی با ستون مهره‌ی پشتی دارند و آرواره‌های پایینی آن‌ها از یک استخوان تشکیل شده است که به‌طور مستقیم به جمجمه مفصل می‌شود. پستانداران با شش تنفس می‌کنند. تعداد کمی از آن‌ها تخم‌گذارند و برخی از آن‌ها بچه‌های خود را در کیسه‌هایشان حمل می‌کنند؛ اما اغلب آن‌ها جفت‌دار و زنده‌زا هستند. پستانداران در همه‌جا، روی خشکی، در هوا و در آب، یافت می‌شوند.

خز قهوه‌ای ضخیم و پرپشت است



ماه‌بچه‌های شانه، نیرومند هستند و برای کندن زمین به‌کار می‌روند

وقتی خرس قهوه‌ای احساس خطر می‌کند بر روی پاهای عقب بلند می‌شود

▲ خرس قهوه‌ای

خرس قهوه‌ای همه چیزخوار است و از گیاهان و جانوران تغذیه می‌کند. جانور بر روی چهار دست و پا و با قرار دادن پاشنه‌ی پا بر روی زمین حرکت می‌کند. خرس قهوه‌ای پستانداری جفت‌دار است؛ یعنی بچه آن‌ها درون بدن جانور ماده رشد و نمو می‌کند. بچه خرس‌ها هنگام تولد شبیه جانور بالغ ولی ناتوان هستند و باید حداقل تا دو سال با مادرشان زندگی کنند.

پنجه‌های نیرومند که برای کندن زمین، تکه تکه کردن غذا و بالا رفتن به کار می‌روند

انگشت شست، چنگال مانند

بال غشایی، (پوستی) بزرگ برای پرواز سریع



▲ خفاش

خفاش‌ها تنها پستاندارانی هستند که می‌توانند پرواز کنند. بال پرندۀ تمامی اندام حرکتی جلویی آن‌ها را تشکیل می‌دهد؛ درحالی که بال غشایی پروازی خفاش‌ها بین انگشت‌های دراز آن‌ها کشیده شده است. بیش‌تر خفاش‌ها در شب تغذیه می‌کنند و هنگام روز اغلب آن‌ها در گروه‌های بزرگ به استراحت می‌پردازند.

رده: پستانداران

پستانداران حدود ۴۵۰۰ گونه و در مجموع ۲۱ راسته را تشکیل می‌دهند که برخی از آن‌ها معرفی می‌شوند.

راسته: پستانداران تخم‌گذار (پلاتی‌پوس متقار اردکی، اکیدنه) ویژگی: تخم‌گذارند، پاهای کوتاه، سر کوچک و چشم‌های بسیار ریز دارند.



راسته: پستانداران کیسه‌دار (کانگورو) ویژگی: بچه‌های آن‌ها به‌صورت نارس به دنیا می‌آیند و در کیسه‌های مادر نگهداری می‌شوند.



راسته: پستانداران فرد سم (اسب، کرگدن) ویژگی: انگشت وسط پا وزن بدن را تحمل می‌کند



راسته: سگ‌سانان (پستانداران گوشتخوار) ویژگی: دندان‌های آسیاب تیز برای بریدن گوشت دارند.



رده: پستانداران آب‌باز

(وال‌ها، دلفین‌ها و پروپوتی‌ها)

ویژگی: برای شنا کردن دم خود را به بالا و پایین حرکت می‌دهند.



رده: پرمات‌ها (لورهای، میمون‌ها، انسان) ویژگی: مغز بزرگ دارند، چشم‌های آن‌ها در جلوی صورت قرار دارند.



رده: جونگ‌گان (سنجاب‌ها، موش‌ها) ویژگی: دندان‌های نیش رشد مداوم دارند. در اغلب آن‌ها حس شنوایی و بویایی قوی است.



پلاتی‌پوس غواص

پلاتی‌پوس متقار اردکی، هنگام غواصی چشم‌ها، گوش‌ها و بینی خود را می‌بندد و برای پیدا کردن راه خود از گیرنده‌های حسی اطراف متقارش استفاده می‌کند. پلاتی‌پوس تخم‌گذار است. وقتی نوزادان از تخم خارج می‌شوند از منافذ غده‌های شیری مادر شیر می‌خورند چون مادر نوک پستان ندارد. این جانور در استرالیا و تاسمانی و در کنار رودخانه‌ها زندگی می‌کنند.



پستانداران mammals



▲ دلفین جهنده

دلفین‌ها، مثل وال‌ها، همه‌ی عمر خود را در آب می‌گذرانند. البته برای تنفس هوا با شش‌هایشان، باید به‌سطح آب بیایند. ذخیره چربی بدنشان آن‌ها را در آب‌های سرد، گرم نگه می‌دارد.

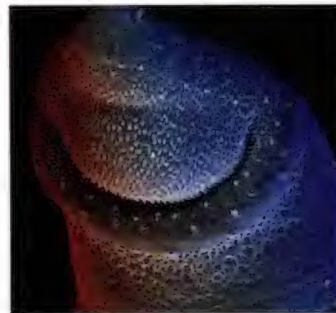
چرخه‌های زندگی

چرخه‌ی زندگی یک جانور شامل همه‌ی مراحل زندگی، از آغاز زندگی یک نسل تا آغاز زندگی نسل بعدی آن جانور است. چرخه‌ی زندگی بسیاری از حشرات از وقتی که نوزادان آن‌ها بالغ شوند و تولید مثل کنند فقط در حدود چند هفته طول می‌کشد. چرخه‌ی زندگی جانوران بزرگ‌تر ممکن است سال‌ها طول بکشد. بعضی جانوران فقط یک بار تولید مثل می‌کنند و سپس می‌میرند و بسیاری از آن‌ها پس از بلوغ به‌طور دوره‌ای تولید مثل می‌کنند. برخی از جانوران در چرخه‌ی زندگی خود تغییر شکل می‌یابند، به این پدیده **دگردیسی** می‌گویند و طی آن نوزاد جانور به‌تدریج و یا به‌طور مستقیم و به یکباره به جانور بزرگسال تبدیل می‌شود.



▲ عمر طولانی

دوره‌ی بارداری قیل آفریقایی - مدتی که بچه‌ی قیل در رحم مادر رشد می‌کند - ۲۲ ماه است که طولانی‌ترین زمان بارداری در میان جانوران است. وقتی نوزاد قیل به دنیا می‌آید همه‌ی گله از او مراقبت می‌کنند. قیل‌های بالغ دشمن طبیعی ندارند و می‌توانند تا ۶۰ سال زندگی کنند.



◀ فلوک انگل

فلوک شستوزوما انگلی است که در بدن جانوران دیگر (جانوران میزبان) زندگی می‌کند. فلوک به کمک بادکش‌هایش به سیاهرگ‌های بدن انسان می‌چسبد و از سلول‌های خونی تغذیه می‌کند. چرخه‌ی زندگی فلوک پیچیده است و چند مرحله‌ی لاروی دارد که در بدن میزبان‌های مختلف زندگی می‌کنند. لارو آن‌ها اغلب در بدن حشرات زندگی می‌کنند. در مرحله‌ی بزرگسالی معمولاً در بدن یک جانور مهره‌دار زندگی و اغلب، بیماری‌های خطرناکی را ایجاد می‌کند.

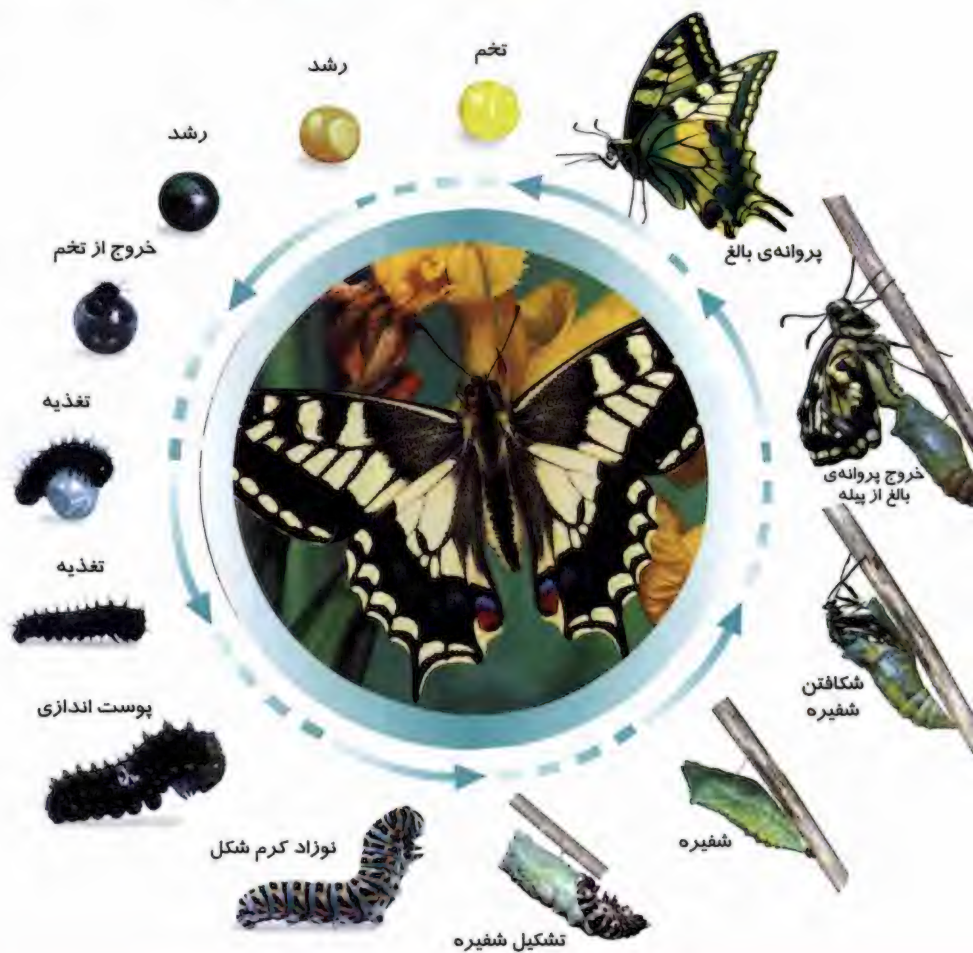
دگردیسی

دگردیسی شامل تغییرات اساسی است که در جانور، از دوره‌ی نوزادی تا مرحله‌ی بلوغ، رخ می‌دهد. نوزاد جانور را لارو می‌نامند که به روشی متفاوت از بزرگسالان زندگی می‌کند. تبدیل نوزاد قورباغه به قورباغه‌ای بالغ که با تغییرات تدریجی همراه است دگردیسی ناقص نامیده می‌شود. در دگردیسی کامل، که در تبدیل نوزاد کرم شکل به پروانه دیده می‌شود و در درون شفیره رخ می‌دهد، قسمت‌های مختلف بدن جانور بازآرایی می‌شود.



▶ از نوزاد کرمی شکل تا پروانه

زندگی پروانه‌ی دم‌چلچله‌ای، با یک تخم کوچک زرد رنگ آغاز می‌شود. نوزاد کرم شکل از تخم بیرون می‌آید، با ولع غذا می‌خورد، به سرعت رشد می‌کند، بزرگ‌تر می‌شود و در این ضمن، پوست‌اندازی می‌کند. بعد از حدود چهار هفته، نوزاد کرم شکل، خود را با رشته‌های ابریشمی به یک شاخه‌ی درخت متصل می‌کند. سپس به‌صورت یک شفیره‌ی نرم از پوست بیرون می‌خزد که به‌تدریج سفت می‌شود. چند هفته بعد، پوست شفیره می‌شکافد و پروانه‌ای بالغ بیرون می‌آید.



جفت طلبی

برخی از جانوران برای جلب جفت، مراسم پیچیده‌ای اجرا می‌کنند. این نمایش‌ها که در طول فصل زادآوری انجام می‌شوند و معمولاً نرها آن‌ها را اجرا می‌کنند، جفت‌طلبی یا جفت‌یابی نام دارد. نرها در هر نوبت برای یک یا چند ماده این نمایش‌ها را اجرا می‌کنند. گاهی نرها در یک محل خاص به نام لک و به‌طور گروهی این مراسم را اجرا می‌کنند. در این حالت ماده‌ها برای انتخاب جفت، نرها را تماشا می‌کنند. برخی از جانوران در سراسر زندگی فقط یک جفت دارند. بنابراین آن‌ها نه برای انتخاب جفت بلکه برای حفظ پیوند با جفت خود باید این مراسم را اجرا کنند.

پره‌های رنگین

در برخی گونه‌ها نرها و ماده‌ها ظاهر بسیار متفاوتی دارند. گاهی اوقات این تفاوت‌ها فقط از نظر اندازه است، اما در طول فصل جفت‌گیری، تفاوت‌های دیگری نیز ممکن است ظاهر شوند. در پرندهای مثل طاووس، نرها پره‌های رنگارنگ دم خود را به طرز استادانه‌ای به نمایش می‌گذارند و با باد دادن و لرزاندن آن‌ها، ماده‌ها را جلب می‌کنند.



طاووس
نر

طاووس
ماده

پره‌های دم طاووس نر،
بادبزن تماشایی را به نمایش
می‌گذارند



▲ زوج مقلد

در بعضی از پرندگان، نر و ماده‌ها هر دو مجموعه‌ای از مراسم جفت‌طلبی را به اجرا می‌گذارند. مرغ‌های ماهی‌خوار آبی‌رنگ بزرگ، گردن‌ها و پره‌هایشان را بالا می‌گیرند و همراه با یکدیگر گردن و پره‌هایشان را تکان می‌دهند و یکدیگر را صدا می‌زنند. در فصل جفت‌گیری پره‌های هر دو جنس رنگ یکسان دارند؛ اگرچه پره‌های جانور نر معمولاً درخشان‌تر است.

▲ حفظ پیوند یا تمیز کردن یکدیگر

بوزینه‌های شیر طلایی، یک بار و برای همیشه مدتی عمر جفت‌یابی می‌کنند و دیگر برای نمایش‌های جفت‌طلبی، انرژی تلف نمی‌کنند. اما این جانوران باید برای حفظ پیوند با جفت‌هایشان زمانی را صرف تیمار کردن (تمیز کردن) یکدیگر بکنند. این بوزینه‌ها در گروه‌های خانوادگی با حدود چهار تا هشت عضو زندگی می‌کنند. نرها به بزرگ کردن بچه‌ها کمک می‌کنند. بچه‌های بزرگ‌تر نیز در پرورش بچه‌ها کمک می‌کنند و به این ترتیب، وظایف والدینی را یاد می‌گیرند.





▲ آوازه‌های جفت‌یابی

قورباغه‌ها و وزغ‌های نر آواز می‌خوانند تا ماده‌ها را به آبگیر یا جویبار محل جفت‌گیری خود جلب کنند. هر گونه آواز خاص خود را دارد و در نتیجه، ماده‌ها می‌توانند جفت هم‌گونه‌ی خود را در میان تعداد زیادی گونه‌های مختلف که همزمان درون آبگیر آواز می‌خوانند، بیابند. بسیاری از گونه‌ها، مثل قورباغه‌ی بزرگ‌پای سیلابی، کیسه‌های صوتی قابل انبساط دارند که صدای آن‌ها را بلند و واضح می‌کند. این قورباغه‌ها در زمان نمایش جفت‌طلبی با پاهایشان لگد پرتاب می‌کنند.



▲ رقص آینه‌ای

در بعضی نمایش‌های جفت‌طلبی، نرها و ماده‌ها حرکات یکدیگر را تقلید می‌کنند طوری که انگار می‌رقصند. در این تصویر، دو ماهی پروانه‌ای در کنار یکدیگر و در میان مرجان‌ها شنا می‌کنند و بدن‌های رنگینشان را به هم نشان می‌دهند. این رقص به‌عنوان بخشی از مراسم ایجاد پیوند به ماهی‌ها امکان می‌دهد که هویت یکدیگر را تأیید کنند تا میاد ناخواسته با گونه‌ای دیگر جفت‌گیری کنند!

▲ سوسمار درختی

بسیاری از سوسمارهای نر در زمان جفت‌گیری، مثل پرندوها، رنگ‌های درخشان پیدا می‌کنند؛ علی‌رغم این واقعیت که در این حالت شکارچی‌ها بسیار آسان‌تر آن‌ها را می‌بینند. اما این سوسمار درختی نر متفاوت است. این سوسمارها غیب‌های رنگین دائمی در زیر گلویشان دارند که تا زمانی که باید برای جلب ماده‌ها به کار روند، پنهان می‌مانند.



▲ بر جا گذاشتن بو

زنبورهای ثعلبی نر با علامت‌گذاری یک مکان (یا لک) با بوی ویژه‌ی خود، ماده‌ها را جلب می‌کنند. ماده‌هایی که به بو جلب شده‌اند به‌سمت لک پرواز می‌کنند و با یک نر جفت می‌شوند. پرنده‌های نری نیز که با آواز یا انجام حرکات نمایشی ماده‌ها را جلب می‌کنند، از لک استفاده می‌کنند. بعضی از پستانداران سم‌دار نیز وقتی قلمرو خود را با ادرار و مدفوع نشانه‌گذاری می‌کنند، از لک استفاده می‌کنند.

▲ جفت‌گیری گوزن قرمز

در پاییز، گوزن قرمز نر، گردآوردن ماده‌ها را برای تشکیل گروه آغاز می‌کند تا با آن‌ها جفت‌گیری کند. این گوزن‌ها به‌شدت از گروه ماده‌ها در مقابل نرهای رقیب دفاع می‌کنند. معمولاً نرهای بزرگ که شاخ‌های بزرگ‌تری هم دارند، ماده‌های خود را انتخاب می‌کنند. نرهای هم‌اندازه می‌جنگند تا مشخص شود کدام یک با ماده‌ها باقی می‌ماند و کدام یک باید عقب‌نشینی کند.

تولید مثل

جانوران به یکی از دو روش غیرجنسی و جنسی تولید مثل می‌کنند. در تولید مثل غیرجنسی، جانوران بدون جفت‌گیری با جانور دیگر فرزندان را تولید می‌کنند که دقیقاً با خودشان یکسانند. بیش‌تر مخلوقاتی که به این روش تولید مثل می‌کنند، زندگی طولانی ندارند و می‌توانند فرزندان زیادی را به‌سرعت به‌وجود آورند. در تولید مثل جنسی تخمک جانور ماده با سلول اسپرم جانور نر در فرایندی به‌نام باروری یا **لقاح**، ترکیب می‌شود. بچه‌ها ویژگی‌ها یا صفات خود را از هر دو والد به ارث می‌برند. این جانوران رشد و نمو آهسته‌تری دارند و بسیاری از آن‌ها بعد از تولد به مراقبت والدینشان نیاز دارند.

تخم‌های کروکودیل

کروکودیل‌های ماده مثل بسیاری از جانوران ماده‌ی دیگر بعد از بارور شدن تخمک‌هایشان، تخم‌گذاری می‌کنند. این جانوران تخم‌هایشان را در لانه‌هایی در زیر زمین و دور از دسترس شکارچی‌ها پنهان می‌کنند تا رویان‌ها (بچه‌های در حال رشد) رشد و نمو خود را در امنیت انجام دهند. وقتی زمان خروج از تخم نزدیک می‌شود، بچه‌ها جیرجیر می‌کنند و مادرشان زمین را می‌کند و آن‌ها را خارج می‌کند. مادر، نوزادها را در دهانش حمل می‌کند و آن‌ها را دسته‌دسته به‌درون آب می‌برد.

نوزادها با زخمی از لانه خارج می‌شوند و دنبال آب می‌گردند

تخم کروکودیل،

پوسته‌ای نرم و چرمی دارد

وارونه شدن نقش

در بسیاری از جانوران، مشارکت جانور نر در تولید مثل، درست پس از بارور شدن تخمک‌های ماده پایان می‌پذیرد. اما در اسب ماهی‌ها، این ترها هستند که از تخم‌ها نگهداری می‌کنند. جانور ماده تخم‌ها را در کیسه‌ای در شکم جانور نر ذخیره می‌کند. در آن‌جا لقاح پیدا کنند. اسب ماهی نر تخم‌ها را تا خروج نوزادها از تخم، یعنی از ۲ تا ۶ هفته، درون کیسه‌ی خود حمل می‌کند.



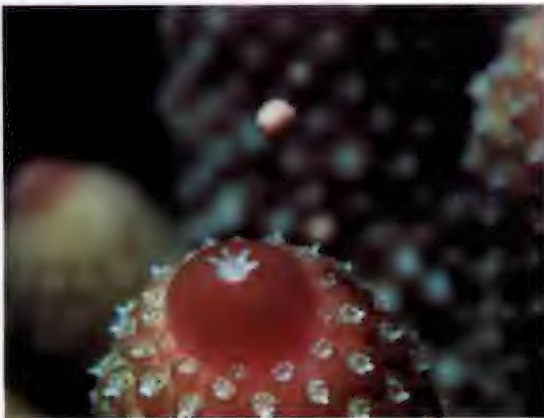
لقاح

هنگام لقاح، سلول جنسی نر (اسپرم) و سلول جنسی ماده (تخمک) ترکیب می‌شوند و سلولی را به وجود می‌آورند که بعداً به جانوری جدید تبدیل می‌شود. سلول‌های جنسی نصف کروموزوم‌های (مواد شیمیایی که به سلول می‌گویند چگونه سلول دیگری را به وجود آورد) سلول‌های دیگر بدن را دارد. وقتی سلول‌های جنسی با هم ترکیب می‌شوند، تعداد کروموزوم‌ها کامل می‌شود.



▲ لقاح داخلی

بسیاری از جانوران از طریق لقاح داخلی تولید مثل می‌کنند. زوج جانور نر و ماده جفت‌گیری می‌کنند و تخمک‌های ماده درون بدنش بارور می‌شوند. مگس‌های اهیبید به این روش جفت‌گیری می‌کنند. مگس‌نر کوچک‌تر از ماده است و این خطر وجود دارد که در هنگام جفت‌گیری، مگس ماده آن را بخورد. جانور نر برای محافظت از خود، حشره‌ی کوچکی را به جانور ماده هدیه می‌دهد تا حواس آن را پرت کند.



▲ تخم‌ریزی در لقاح خارجی

لقاح خارج از بدن جانور ماده یک فرایند تصادفی است. برخی از تخمک‌ها بارور نمی‌شوند و شکارچی‌ها سلول‌های جنسی را به آسانی می‌خورند. مرجان‌ها تخمک‌ها و اسپرم‌ها را در آب رها می‌کنند. برای افزایش احتمال وقوع لقاح، مرجان‌های یک گونه به‌طور همزمان، سلول‌های جنسی خود را در آب رها می‌کنند. با این روش شکارچی‌ها، فرصت کم‌تری برای خوردن تمام سلول‌های جنسی مرجان‌ها خواهند داشت.



رشد

شکل و رفتار جانوران در طول رشد تغییر می‌کند. تغییر در برخی از جانوران ناگهانی و شدید است. برای مثال، دگردیسی نوزاد کرم‌شکل به پروانه در طی چند هفته رخ می‌دهد. رشد اغلب جانوران تدریجی است. برخی از بچه‌های جانوران را والدینشان مراقبت می‌کنند. در این صورت، این بچه‌ها درباره‌ی زندگی چیزهایی را از بزرگسالان با تجربه یاد می‌گیرند. بچه‌های برخی از جانوران نیز رها می‌شوند تا خود گلیمشان را از آب بیرون بکشند. این بچه‌ها ناچارند به غریزه‌ی خود متکی باشند.



▶ بچه درون کیسه

بچه‌های پستانداران کیسه‌دار پس از به دنیا آمدن خیلی کوچکند و رشدشان کامل نشده است؛ به همین علت در کیسه‌ی مادرشان به رشد و نمو خود ادامه می‌دهند و همگی غذای مورد نیازشان را از شیر مادر دریافت می‌کنند. بچه‌ی یک کانگوروی قرمز ۱۹۰ روز درون کیسه‌ی مادرش می‌ماند و حداقل مدت یک سال نیز در کنار مادرش زندگی می‌کند.

▶ ماهی سیکلید

در بسیاری از جانوران، مراقبت والدین فقط به معنی محافظت شدن است. بچه‌ها تا زمانی که نزدیک سرپرست خود هستند، در امنیت به سر می‌برند. ماهی سیکلید درون گلویش کیسه‌ای دارد که تخم‌هایش را درون آن حمل می‌کند. وقتی هم که تخم‌ها باز می‌شوند، بچه ماهی‌ها تا وقتی بتوانند مستقل زندگی کنند، درون دهان مادر باقی می‌مانند.



▲ گوزن‌های یال‌دار

همگی گوزن‌های یال‌دار ماده، بچه‌هایشان را در طول دو هفته هم‌زمان با هم به دنیا می‌آورند تا تعداد دهاتی که شکارچی‌ها به بچه‌هایشان حمله می‌کنند، کاهش یابد. بچه گوزن‌ها می‌توانند ۳۰ دقیقه پس از تولد بایستند و بدون این سازگاری برای بقای آن‌ها ضروری است. آن‌ها اولین شیء متحرک را که ببینند، دنبال می‌کنند و این شیء اغلب مادر آن‌هاست. این فرایند را نقش‌پذیری می‌گویند و نوعی یادگیری است که موجب می‌شود وقتی بچه گوزن‌ها بازی و یا چرا می‌کنند، از مادرشان دور نشوند.

▶ اسکلک بیرونی شپشک چوب

جانورانی که اسکلک بیرونی دارند، فقط می‌توانند با از دست دادن پوست‌های بیرونی خود رشد کنند. شپشک‌های چوب غیرمعمولند، زیرا برخلاف سخت‌پوستان دیگر، در هر نوبت نیمی از پوسته‌ی خودشان را دور می‌اندازند. در این جانور هنگام پوست‌اندازی، اسکلک خارجی از وسط می‌شکند و ابتدا نیمی پستی می‌افتد. چند روز بعد، نیمی جلویی جدا می‌شود. هنگام پوست‌اندازی شپشک در معرض خطر قرار دارد و اغلب از دید شکارچی‌ها پنهان می‌شود.



نوزاد (گوساله)

چند دقیقه پس از تولد، می‌تواند روی پا بایستد.





▲ نوزادان لاک پشت دریایی

نوزادان برخی از جانوران بلافاصله پس از تولد باید روی پای خود بایستند. لاک پشت دریایی ماده تخم‌های خود را در شن‌زار دفن و آن‌ها را رها می‌کند. وقتی بچه لاک پشت‌ها از تخم خارج می‌شوند، راه خود را به سطح زمین باز می‌کنند و به‌طور غریزی به‌سوی دریا به‌حرکت در می‌آیند. در مسیر حرکت بر روی شن، بسیاری از بچه لاک پشت‌ها توسط پرندگان و دیگر شکارچی‌ها خورده می‌شوند.

خویشاوندان ماده -همچون

عمه‌ها وخاله‌ها- به بزرگ شدن بچه قیل‌ها کمک می‌کنند



► جوجه‌های چرخ ریسک آبی‌رنگ

جوجه‌های همه‌ی پرندگان برای زنده ماندن به مراقبت والدین نیاز دارند. بعضی از انواع پرندگان وقتی به دنیا می‌آیند، پرهنه، کور و کاملاً ناتوانند. برخی نیز با کرک پر پوشیده شده‌اند، چشم‌های کاملاً رشد یافته دارند و می‌توانند در کمتر از چند ساعت راه بروند. جوجه‌های چرخ ریسک آبی وقتی به دنیا می‌آیند، آنقدر ناتوانند که وقتی والدین برای جستجوی غذا می‌روند، به‌یکدیگر می‌چسبند تا گرم بمانند. وقتی یکی از والدین باز می‌گردد، جوجه‌ها متقارمان را باز می‌کنند و غریزه‌ی والدین خود را تحریک می‌کنند تا به آن‌ها غذا بدهند.



جوجه‌ها در سه روزگی درخواست غذا می‌کنند



رشد پرها ۵ روز پس از تولد آغاز می‌شود

▼ قیل‌ها

قیل‌ها در گروه‌های خانوادگی که پیوند نزدیکی دارند، زندگی می‌کنند. یک بچه قیل از لحظه‌ی تولد، از راهنمایی مادرش سود می‌برد و مورد حمایت همه‌ی افراد ماده‌ی گروه قرار دارد. قیل‌ها تا ۶۰ سال عمر می‌کنند و به‌آهستگی بالغ می‌شوند. بچه قیل‌ها چند سال در کنار مادرشان می‌مانند تا همه‌ی چیزهایی را که برای بقا نیاز دارند- مثل محل گودال‌های آب- را یاد بگیرند.

تغذیه

جانوران، برخلاف گیاهان، نمی‌توانند به کمک نور خورشید غذا بسازند. جانوران باید تغذیه کنند تا انرژی مورد نیاز برای رشد، حرکت و تولید مثل را تولید کنند. برخی از جانوران فقط از گیاهان تغذیه می‌کنند. گروهی دیگر گوشتخوارند و برخی هم گیاهخوار و هم گوشتخوارند. بیش‌تر جانوران لوله‌ی گوارشی دارند که دهان در یک انتهای آن و مخرج در انتهای دیگرش قرار دارد. غذا در طول این لوله تجزیه می‌شود. مواد غذایی طی فرایندی که **گوارش** نام دارد، برای جذب بدن آماده می‌شود.

شکار و شکارچی

عقاب دریایی پرنده‌ای شکاری است که فقط از ماهی تغذیه می‌کند. این جانور مثل همه‌ی شکارچی‌ها، برای گرفتن شکار، سازگاری‌هایی دارد. عقاب دریایی بال‌ها و پاهای نیرومندی دارد که او را قادر می‌سازد به سمت شکار شیرجه برود و ماهی را بگیرد. پرنده‌ها دندان ندارند، اما در دستگاه گوارش خود اندامی ماهیچه‌ای به نام سنگدان دارند که کار آسیاب کردن غذا را انجام می‌دهد. این اندام از ورود استخوان‌های ماهی به روده‌ی پرنده جلوگیری می‌کند.

شاخک‌ها

مثل پادبزن حرکت می‌کنند تا غذا به آن‌ها بچسبد

لوله‌ای که گرم آن را ساخته است و درون آن زندگی می‌کند

تغذیه پالایشی گرم‌های بادبزی

بسیاری از جانوران آبی، از جمله وال‌ها و نوعی کوسه ماهی، از طریق پالایش ذرات غذایی، تغذیه می‌کنند. گرم‌های بادبزی که در کف دریا زندگی می‌کنند یا استفاده از شاخک‌های حسی اطراف دهانشان غذا را از آب پالایش می‌کنند. وقتی آن‌ها آب را به سمت شاخک‌های حسی می‌رانند، ذرات غذایی به ماده‌ی مخاطی روی شاخک‌ها می‌چسبند. سپس غذا به درون دهان آن‌ها وارد می‌شود.

جنگال‌های نیلوماهی در انتهای پاهای نیرومند برای گرفتن شکار

دام، از باکتری‌های درخشانی تشکیل شده است که شکار را جلب می‌کنند

ماهی انگلر

برخی از شکارچی‌های اعماق دریا، مثل ماهی انگلر، برای گرفتن شکار از تله استفاده می‌کنند. در آب‌های عمیق، غذا اغلب نایاب است؛ در نتیجه، جلب شکار بیش‌تر از تعقیب آن باعث ذخیره‌ی انرژی می‌شود. دام ماهی انگلر در تاریکی می‌درخشد و شکار را جلب می‌کند. به محض این که شکار به اندازه‌ی کافی نزدیک شود آرواره‌های بزرگ ماهی با سرعت زیادی بسته می‌شوند.

گوارش

هنگام گوارش، جانوران غذا را به تکه‌هایی ریز و قابل جذب تبدیل می‌کنند. این فرایند با مواد شیمیایی موجود در معده که آنزیم نام دارند، سریع‌تر انجام می‌شود. در بعضی از جانوران بی‌مه‌ره، گوارش در خارج از بدن جانور آغاز می‌شود و در برخی دیگر، غذا از طریق دهان وارد می‌شود و سپس گوارش می‌یابد. برخی از پستانداران غذا را پیش از فرو بردن می‌جویند.



عنکبوت در حال شکار حشره

بسیاری از عنکبوت‌ها شکار خود را به کمک تار به دام می‌اندازند. نیش سمی آن‌ها می‌تواند هر جانوری را قلع کند. عنکبوت‌ها آنزیم‌های گوارشی را به بدن شکار وارد می‌کنند و سپس مایع حاصل را می‌مکنند. عنکبوت‌ها می‌توانند هفته‌ها بدون آن که چیزی بخورند، زندگی کنند، زیرا می‌توانند مواد غذایی را در بدن خود ذخیره کنند.

دندان ببر

دندان‌های ببر برای دریدن و خوردن گوشت اختصاصی شده‌اند. دندان‌های بلند و نوک تیز آن برای گاز گرفتن شکار به کار می‌روند. دندان‌های آسیاب (گونه‌ای) گوشت را از استخوان جدا می‌کنند و یا آن را مثل قیچی می‌برند.



دندان آسیاب
برای بریدن
دندان بزرگ نیش،
برای گاز زدن گوشت

کرگدن گیاه‌خوار

گیاهان به آسانی در هر جا یافت می‌شوند ولی گاهی مواد غذایی آن‌ها کم است. گیاه‌خوارانی مثل این کرگدن باید بیش‌تر روز را به غذا خوردن بگذرانند. این جانوران دستگاه گوارش خاصی دارند که بیش‌ترین مواد غذایی را از غذای خورده شده به دست می‌آورد.



همه‌چیزخوارها

جانورانی را که از گیاهان و دیگر جانوران تغذیه می‌کنند همه‌چیزخوار می‌نامند. این جانوران سازگاری بالایی با محیط دارند تا از هر نوع غذایی استفاده کنند. راکون‌ها از دست‌هایشان برای جستجوی غذا ماهرانه استفاده می‌کنند. رژیم غذایی آن‌ها شامل ماهی، جوجه‌ی پرندگان، جوانه‌ی گیاهان و دانه‌هاست. بعضی از همه‌چیزخوارها که در خانه‌های شهری زندگی می‌کنند از میوه‌ها، سبزیجات و بقایای گیاهان تغذیه می‌کنند.



شکم، متورم و از عسل و شهد پر شده است

مورچه‌ی ظرف عسل

جانوران روش‌های قابل توجهی برای ذخیره کردن غذا دارند. مورچه‌های ظرف عسل، مورچه‌های کارگر تازه از تخم درآمده را به ظرف ذخیره‌ی غذا تبدیل می‌کنند. این مورچه‌ها مخلوطی از عسل و شهد می‌خورند که موجب می‌شود شکم آن‌ها متورم شود. در فصل خشک که غذا کم است، مورچه‌های دیگر آن‌ها را تحریک می‌کنند تا قطره‌هایی از این غذا را بالا بیاورند تا آن را بنوشند.





حرکت

همه‌ی جانوران حداقل در بخشی از زندگی خود، برای یافتن غذای مورد نیاز حرکت می‌کنند. در اغلب جانوران دستگاه عصبی حرکت را کنترل می‌کند و موجب می‌شود ماهیچه‌ها به‌صورتی منظم منقبض و منبسط شوند. اسکلت تکیه‌گاه این ماهیچه‌هاست. جانوران برای حرکت در آب، خشکی و هوا اندام‌های سازگار شده‌ی باله، پا و یا بال دارند.

▲ آهوها در حال دویدن

بسیاری از شکارچی‌ها جانوران سم‌دار را تعقیب می‌کنند. آهوها سرعت و خستگی‌ناپذیری لازم برای فرار از شکارچی را دارند. پاهای عقبی آن‌ها بسیار بلند است و گام‌های بلندی بر می‌دارند. پای آن‌ها به‌جای پنج انگشت دو انگشت دارد. در نتیجه به ماهیچه‌ی کم‌تری نیاز دارند و می‌توانند انرژی ذخیره کنند.



بدن پهن، به قورباغه کمک می‌کند تا در هوا سر بخورد

هر پا برای چسبیدن پنج انگشت پرده‌دار یا بالشتک متورم در انتها دارد

▲ سر خوردن

تعدادی از جانوران درخت‌زی با استفاده از قسمت‌های آویزان پوست بدن به‌صورت چتر نجات، از درختی به‌درخت دیگر سر می‌خورند. قورباغه‌های پرند، پاهای بزرگ و پرده‌داری دارند که موقع جهش آن‌ها را باز می‌کنند. در نتیجه، بدون افتادن به زمین می‌توانند جهش بلندتری داشته باشند. قورباغه‌ها می‌توانند تا ارتفاع ۱۵ متری بپرند.

► نیروی محرکه‌ی چت

اگرچه ماهی‌ها شناگرهای نیرومندی هستند، اما بسیاری از جانوران آبزی دیگر در اثر جریان‌های اقیانوسی آب حرکت می‌کنند. عروس‌های دریایی تا حدودی می‌توانند حرکت خود را کنترل کنند. آن‌ها حلقه‌ای ماهیچه‌ای در اطراف لبه‌ی بدن زنگوله‌ای شکل خود دارند که می‌تواند منقبض و منبسط و مثل چتر باز و بسته شود. جانور با این عمل آب را به عقب می‌راند و جانور در جهت مخالف (یعنی به‌جلو) حرکت می‌کند.



► پرواز

حشرات کوچک‌ترین جانورانی هستند که می‌توانند پرواز کنند. حشرات که مثل پروانه چهار بال دارند، به‌طور مستقیم از ماهیچه‌های متصل به بن بال‌ها استفاده می‌کنند تا بال‌ها را به بالا و پایین حرکت دهند. زنبورها با استفاده از ماهیچه‌های متصل به بالا و پایین تنه پرواز می‌کنند. وقتی ماهیچه‌ها منقبض می‌شوند، بال‌ها بالا می‌روند و وقتی ماهیچه‌ها استراحت می‌کنند، بال‌ها پایین می‌آیند.



زنبور، در هر ثانیه ۱۰۰-۴۰۰ بار بال می‌زند





ماهیچه‌ها

ماهیچه‌ها مجموعه‌ای از رشته‌ها هستند که توانایی حرکت را برای جانور فراهم می‌آورند. وقتی یک عصب، ماهیچه‌ای را برای فعالیت تحریک می‌کند، ماهیچه منقبض و موجب حرکت می‌شود (به عقب کشیده می‌شود). در جانوران ساده، مثل حلزون‌ها، انقباض ماهیچه‌ها به صورت موجی و از یک انتهای بدن به انتهای دیگر آن حرکت می‌کند و جانور را به جلو می‌کشد. در مهره‌دارانی مثل اسب ماهیچه‌ها به صورت دوتایی کار می‌کنند و استخوان‌های مقابل یکدیگر را می‌کشند. جایی که استخوان‌های مختلف به یکدیگر متصل می‌شوند، مفصل نام دارد.



بالشتک رزیلین،
در پای عقبی درست
قیل از پریدن کمک
منبسط می‌شود

چشم بلند

کک‌ها باید به اطراف بچهند تا جانوری را بیابند و از خون آن تغذیه کنند. این جانوران می‌توانند به طرز حیرت‌آوری تا ۳۳ سانتی‌متر بالا بپرند. آن‌ها این کار را با استفاده از انرژی ذخیره شده در بالشتکی که در پاهایشان قرار دارد، انجام می‌دهند. در این بالشتک ماده‌ای قابل ارتجاع به نام رزیلین، ذخیره شده است. وقتی ماهیچه‌های پا برای پریدن منقبض می‌شوند، کمک مثل فنر به هوا می‌پرد.

اسکلت

بسیاری از جانوران اسکلت سختی دارند که بدن آن‌ها را حمایت می‌کند و برخی پاهای بندبند دارند که امکان حرکت سریع را برای آن‌ها فراهم می‌کند. در بین همه‌ی جانوران پستانداران پیچیده‌ترین اسکلت را دارند. این جانوران ستون مهره‌ی پشتی دارند که از استخوان‌های کوچکی به نام مهره تشکیل شده است و نیز دست‌ها و پاهای آن‌ها به چند نوع مفصل مجهزند. این اسکلت پیچیده به آن‌ها امکان انجام حرکات‌های متنوع را می‌دهد.



ماهیچه‌ها، درون
بخش‌های توخالی
پا قرار دارند

حرکت با اسکلت بیرونی

جانورانی که اسکلت بیرونی دارند، مثل خرچنگ‌های گرد، چندجفت پای مفصلی دارند. هر جفت پا از مجموعه‌ای از بخش‌های توخالی، که در محل مفصل به یکدیگر متصلند، تشکیل شده است. جفت ماهیچه‌های متصل به سطح داخلی مفصل‌ها، این امکان را برای خرچنگ فراهم می‌آورند که با سرعت از پهلو قرار کنند.

شناگر سریع

بدن کوسه‌ها برای حرکت سریع در آب اختصاصی شده است. کوسه‌ها اسکلتی دارند که از ماده‌ی سخت و قابل ارتجاعی به نام غضروف ساخته شده است. غضروف که از استخوان سبک‌تر است به کوسه‌ها امکان شای کارآمد را می‌دهد. با استفاده از انقباض‌های موزون ماهیچه‌های بدن و رانش اضافی که دم کوسه ایجاد می‌کند، سرعت جانور به ۳۰ تا ۵۰ کیلومتر در ساعت می‌رسد.



مهره‌ی غضروفی
ستون مهره‌ی قابل
انعطاف کوسه

سر، هنگام شنا از یک طرف
به طرف دیگر حرکت می‌کند.



باله‌های میسین‌های
برای بالا رفتن و تغییر
جهت حرکت

بدن لژداری شکل
و دارای کم‌ترین مقاومت
در برابر جریان آب

دم، کوسه را به جلو
می‌راند و به حرکت
جانور در جهت
درست کمک می‌کند

حواس



حس گرهای یا جوانه‌های
چشایی پوشیده شده‌اند

جانوران برای یافتن غذا و جفت، دوری از خطر و ارتباط با جانوران دیگر به اطلاعاتی که حواس آن‌ها جمع‌آوری می‌کنند، متکی هستند. این اطلاعات را دستگاه عصبی جانور پردازش می‌کند و به بدن آن دستور می‌دهد که چطور به تحریک‌های محیطی پاسخ دهد. بعضی از جانوران گروه‌هایی از سلول‌های حسی دارند که کار چندانی بیش از ثبت وجود نور انجام نمی‌دهند. بیش‌تر جانوران پیچیده ترکیبی از حواس بینایی، شنوایی، بویایی و لمس را به‌کار می‌برند.



▲ حس گرهای حساس به لمس

گره ماهی را به علت حس گرهای گوشتی شبیه سبیل به این نام می‌خوانند. آن‌ها از این حس گرهای برای تشخیص راه خود در آب تیره رودخانه و پیدا کردن غذا استفاده می‌کنند. اغلب جانوران دیگر گیرنده‌های حساس به لمس در سراسر بدنشان دارند. برای مثال، بزهای کوهی حتی با نشستن ریزترین حشرات بر روی بدنشان تحریک می‌شوند.

▼ گوش به زنگ

ببرها حواس قابل توجهی دارند. حس شنوایی دقیق آن‌ها برای تعیین مکان شکار در بین بوته‌های انبوه به‌کار می‌رود. دید دوچشمی (دیدن با دو چشم در جلوی صورت) به آن‌ها توانایی تخمین دقیق فاصله و دید خوب را در تاریکی می‌دهد. موهای سبیل آن‌ها به عنوان گیرنده‌های حسی در شب عمل می‌کنند. حس بویایی ببرها نیز فوق‌العاده است.

بخش بیرونی گوش،
قیفی شکل است تا
صداهای را جمع‌آوری کند

موهای سبیل،
به حرکت هوا
حساس است

پو، برای تشخیص
مرزهای قلمرو و
جفت به‌کار می‌رود





چشم‌ها
می‌توانند همه‌ی
اطراف را ببینند.

چشم مرکب

حشرات چشم‌های مرکب بزرگی دارند که از تعداد زیادی عدسی تشکیل شده‌اند. هر عدسی یک تصویر جدا را می‌بیند. مغز حشرات این اطلاعات را در کنار یکدیگر قرار می‌دهد تا یک تصویر کامل موزاییکی تشکیل دهد. این نوع چشم‌ها به حرکت بسیار حساسند ولی تمرکز کمی دارند.

سلول‌های حساس
به نور، در یک الکوی
دایره‌ای قرار گرفته‌اند

چشم‌های جانوران مختلف بسیار متفاوت از یکدیگر به نظر می‌رسند؛ اما همه‌ی آن‌ها به نور پاسخ می‌دهند. بعضی از چشم‌ها، مثل چشم کرم خاکی، ممکن است ساده باشند و فقط به جانور کمک کنند تا از نور فرار کند و در زیر زمین بماند. در مقابل، ممکن است چشم ساختارهایی داشته باشد که به جانور امکان تمرکز بر تصاویر مجزا و دیدن آن‌ها را بدهد. محل قرار گرفتن چشم‌ها نیز مهم است. توانایی در دیدن همه‌ی جهات برای جانوری مثل خرگوش، که شکار جانوران دیگر است، اهمیت دارد. در حالی که توانایی تشخیص فاصله برای شکارچی‌ها و یا جانوران درخت‌زی مهم است.

شنوایی

شنوایی توانایی تشخیص امواج صوتی است. شنوایی برای ارتباط، یافتن جفت و جستجوی شکار مهم است. اندام اصلی شنوایی گوش است. یک بخش مهم گوش غشای محکم کشیده شده‌ای به نام پرده‌ی صماخ است که با برخورد امواج صوتی به آن می‌لرزد. برخی از جانوران این لرزش‌ها را از طریق بخش‌های دیگر بدنشان دریافت و تفسیر می‌کنند. مارها می‌توانند از طریق شکم، صدا را احساس کنند.



گوش‌های خارجی

گوش خارجی پستانداران بخشی به نام لوله‌ی گوش دارد که امواج صوتی را جمع‌آوری و بر روی پرده‌ی صماخ متمرکز می‌کنند. روباه فک، کوچک‌ترین عضو خانواده‌ی سگ‌سانان است اما بزرگ‌ترین گوش را دارد زیرا باید در شب صدای حرکات حشراتی را که غذای آن را تشکیل می‌دهند بشنود.

لرزش‌های زمینی

بسیاری از سوسمارها، مثل این ایگوانای سبز، پرده‌ی صماخی درست پشت چشمشان دارند که امواج صوتی هوا را جمع‌آوری می‌کند. این جانوران استخوان خاصی نیز در آرواره‌ی خود دارند که لرزش‌های صوتی را از زمین جمع‌آوری می‌کند. به همین علت است که مارها و خزندگان دیگر با وجودی که پرده‌ی صماخ ندارند قادر به شنیدن هستند.

پرده‌ی گوش

که برای تشخیص
لرزش‌های موجود
در هوا به کار می‌رود



بویایی

بویایی مثل چشایی یک حس شیمیایی است. انسان حس بویایی نسبتاً ضعیفی دارد. اما این حس ابزار ارتباطی حیاتی برای بسیاری از مخلوقات است. بو می‌تواند برای نشانه‌گذاری قلمرو و جلب جفت به کار رود. بو به جانور امکان دنبال کردن و یافتن غذا را نیز می‌دهد.

شاخک‌های حساس

سوسک بلند هستند تا
فرومون‌ها را تشخیص
دهند



گیرنده‌های بو

برخی از حشرات، مثل مورچه‌ها، سوسک‌ها و پیدها، با استفاده از شاخک‌های حساس، بو را احساس می‌کنند. حشرات ماده برای جلب جفت موادی شیمیایی به نام فرومون، آزاد می‌کنند. نرها می‌توانند برای کمک گرفتن از مورچه‌های دیگر فرومون هشداردهنده تولید کنند.

بینی در جستجوی غذا

در بسیاری از جانوران، حس بویایی کارآمد برای یافتن غذا ضروری است. خفاش‌های میوه‌خوار با استفاده از بینایی مسیریابی می‌کنند، اما محل میوه‌های رسیده مثل انبه را با استفاده از بوی آن‌ها پیدا می‌کنند. بسیاری از گوشتخواران شکار خود را از بوی آن دنبال می‌کنند. گرگ‌ها می‌توانند جنسیت، سن و وضعیت سلامتی شکار را از بوی آن تشخیص دهند.





صدای زوزه می‌تواند در سطحی حدود ۱۰۴ کیلومتر مربع شنیده شود

▶ گرگ‌ها در حال زوزه کشیدن

گرگ‌ها در گروه‌های اجتماعی یا دسته، زندگی می‌کنند که شامل نر و ماده‌ی مسلط و فرزندان آن‌هاست. گرگ‌ها با استفاده از زبان بدن، صدا و بو با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. آن‌ها از گوش‌ها، دم و حالت‌های چهره برای ایجاد ارتباط استفاده می‌کنند تا تسلط و فرمانبرداری را بر اساس موقعیت خود در دسته نشان بدهند. گرگ‌ها با ناله کردن به یکدیگر سلام و با زوزه کشیدن حضور خود را به دیگران اعلام می‌کنند.

ارتباط

صداها، علائم و حرکات بدن زبان جانوران را تشکیل می‌دهند و در بقای آن‌ها نقش اساسی دارند. شیوه‌ی ایجاد ارتباط اغلب به میزان نزدیکی جانوران به یکدیگر بستگی دارد. صدا در فاصله‌های زیاد و تاریکی مؤثر است، در حالی که زبان بدن و نور، علائم دیداری هستند که معمولاً وقتی جانوران به هم نزدیکند، به کار می‌روند. بو نیز در ایجاد ارتباط در زمان تولید مثل و برای مشخص کردن مرزهای قلمرو به کار می‌رود. جانوران معمولاً با اعضای گونه‌ی خود و با استفاده از رمزهایی که فقط خودشان می‌توانند آن‌ها را بفهمند، ارتباط برقرار می‌کنند.



جین گودال

انگلیسی، ۱۹۳۴-

جین گودال بیش از ۴۰ سال است که رفتار شامپانزه‌ها را مورد بررسی قرار داده است. او اولین فردی است که ثابت کرد شامپانزه‌ها ابزار می‌سازند و از ابزار استفاده می‌کنند؛ مهارتی که قبلاً فقط به انسان نسبت داده می‌شد. روش‌های بررسی او، یعنی مشاهده‌ی یک خانواده‌ی شامپانزه در محیط طبیعی، پژوهش‌های مربوط به رفتار میمون‌ها را متحول کرد.



▲ هیجان

دهان باز حاکی از هیجان است. شامپانزه‌های جوان هنگام بازی با یکدیگر این حالت چهره را همراه با خرخر و چیغ و داد به کار می‌برند. هر چه شامپانزه‌ها هیجان زده‌تر باشند خرخر آن‌ها بلندتر است.



▲ فرمانبرداری

وقتی شامپانزه‌ها می‌خواهند فرمانبرداری خود را نسبت به شامپانزه دارای رتبه‌ی بالاتر نشان دهند، البته شاید بعد از مدتی مشاجره، لب‌های خود را جمع و کمی دهانشان را باز می‌کنند. آن‌ها در عین حال ممکن است ناله کنند.



▲ ترس

وقتی شامپانزه‌ها می‌ترسند، لب‌هایشان را باز می‌کنند ولی دندان‌هایشان را روی هم قرار می‌دهند. بیش‌تر مثل آن است که دارند به‌زور لب‌خند می‌زنند. شامپانزه‌ها این حالت را وقتی به شامپانزه‌ی دیگری که از نظر رتبه بالاتر است نزدیک می‌شوند، به کار می‌برند.

زبان

برخلاف زبان انسان، در زبان جانوران استفاده از علایم صوتی از اهمیت کمی برخوردار است. جانوران ترکیبی از رفتارها را برای صحبت با جانوران دیگر به کار می‌برند. برخی از جانوران با استفاده از بسامد بالا و پایین صدا ارتباط برقرار می‌کنند که انسان‌ها نمی‌توانند آن‌ها را بشنوند. در حالی که گروهی از آن‌ها با استفاده از نور، که انسان‌ها هم می‌توانند آن‌ها را ببینند، ارتباط برقرار می‌کنند. برخی نیز از بو برای ایجاد ارتباط استفاده می‌کنند.

برآمدگی‌های کوچک

روی پاهای عقبی به بال‌ها کشیده می‌شوند تا صدای جیرجیر تولید شود



▲ ملخ جیرجیرکننده

بسیاری از حشرات با به هم مالیدن بخش‌های سخت خاصی از بدنشان صدا تولید می‌کنند. ملخ‌ها و جیرجیرک‌ها برای جلب ماده‌ها صدای جیرجیر تولید می‌کنند. برخی از ملخ‌ها، پاهای عقبی خود را بر روی بال‌های جلویی می‌مالند. جیرجیرک‌ها قسمت بالایی پاهای عقبی را بر روی شکم‌شان می‌مالند.



▲ صداهایی با بسامد پایین

فیل‌ها صداهای زیادی تولید می‌کنند که برخی از آن‌ها را انسان نمی‌تواند بشنود. این غرش‌های دارای بسامد پایین مسافت طولانی را در هوا و در زیر زمین طی می‌کنند. فیل‌ها لرزش‌ها را با پاها و نوک خرطوم خود تشخیص می‌دهند. این صداهای ممکن است توضیحی باشد برای این سوال که چگونه فیل‌های نر تنها، ماده‌ها را پیدا می‌کنند و وقتی اعضای خانواده بسیار از هم دورند با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند.



▲ اسکوئید باله بزرگ ساکن آبستک

بسیاری از جانوران اعماق اقیانوس‌ها، از اسکوئید گرفته تا پلانکتون‌ها، برای ارتباط با یکدیگر نور ضعیفی تولید می‌کنند. این نور زیست‌تابی (بیولومینانس) نام دارد. برخی از جانوران اندام‌هایی به نام فتوفور دارند که این نور را تولید می‌کند. جانوران دیگر کیسه‌هایی از باکتری در پوستشان دارند که این نور را تولید می‌کند. جانوران از این نور برای یافتن جفت، غذا و یا دفاع و استتار استفاده می‌کنند.

تولید نور در پلانکتون‌ها



▲ دلفین‌های پوزه بطری شکل

دلفین‌ها علی‌رغم این که طناب‌های صوتی ندارند بسیار پر سر و صدا هستند و صداهای زیادی مثل سوت، چپ‌چپ و ... تولید می‌کنند. این صداهای به‌وسیله‌ی ماهیچه‌های درون حفره‌ی بینی آن‌ها ایجاد می‌شود که بالای سر این جانوران قرار دارد و وقتی به سطح آب می‌آیند، از طریق آن تنفس می‌کنند.

پيام بودار

کایی‌باراهای آمریکای جنوبی در گروه‌های خانوادگی زندگی می‌کنند. نر مسلط یک غده‌ی بزرگ تولید کننده‌ی بو به نام موریلو در نوک بینی‌اش دارد. جانور این غده را روی اشیاء می‌کشد تا محدوده‌ی قلمروش را نشانه‌گذاری و مزاحمان را آگاه کند. پیام بودار تا وقتی که جانور برای نشانه‌گذاری مجدد بازگردد، باقی می‌ماند. بسیاری از جانوران از طریق بو ارتباط برقرار می‌کنند.



دفاع

در جانوران روش‌های زیادی برای حفاظت در برابر شکارچی‌ها تکامل پیدا کرده است. بیش‌تر جانوران حواس دقیقی برای تشخیص حمله و فرار سریع برای در امان ماندن دارند. برخی از جانوران می‌توانند خود را استتار کنند. برخی دیگر خارهای تیزی دارند، سم تولید می‌کنند، و یا خود را بزرگ‌تر از آن چه واقعاً هستند، نمایان می‌کنند. تعداد کمی از جانوران به‌عنوان وسیله‌ای برای فرار، دم و یا دیگر اعضای بدن خود را به‌طور عمدی از دست می‌دهند. البته بعداً این بخش‌ها را دوباره بازسازی می‌کنند. البته شکارچی‌ها هم تکامل پیدا کرده‌اند تا شکار را بهتر بگیرند.



▲ پروانه‌ی مقلد

بسیاری از پروانه‌ها بر روی بال‌هایشان علامتهایی دارند که به‌نام چشم‌های دروغین معروفند. پروانه‌ی جغد، چشم‌های یک جغد را تقلید می‌کند و در نتیجه پرنده‌های کوچکی را که ممکن است به‌طور طبیعی غذای جفدها باشند، می‌ترساند.

◀ قورباغه‌ی تیر سمی

برخی از دوزیستان با تولید سم از خود دفاع می‌کنند. شکارچی‌های قورباغه‌ی تیر سمی، مثل مارها و عنکبوت‌ها، از سم‌های ملایم آسیب نمی‌بینند. در نتیجه، در این قورباغه‌ها ترشحات پوستی بسیار سمی تکامل پیدا کرده‌اند که برای شکارچی‌های آن‌ها ناخوشایند و حتی مرگ‌آور است. در این قورباغه‌ها علائم رنگارنگی نیز ایجاد شده است تا شکارچی‌ها را از خطرناک بودن آن‌ها آگاه کند.



پوست، درخشان و پوشیده از ترشحات سمی

◀ گمراه کردن دشمن

تعدادی از جانوران، مثل جوجه تیغی و توتیای دریایی، سوزن‌های دفاعی دارند. یف‌ماهی خاردار، برای دفاع خار دارد ولی شکل دفاعی دیگری نیز دارد. وقتی این جانور مورد حمله قرار گیرد با بلعیدن مقدار زیادی آب، بدنش را باد می‌کند و در این حالت، خارهای بدن آن راست می‌ایستند. ماهی باد کرده در گلوئی هر شکارچی گیر می‌کند و فرو نمی‌رود.

ماهی آب را می‌بلعد و آنقدر بزرگ می‌شود که شکارچی نمی‌تواند آن را بلعد

ترفند اسکیپک درختی

برخی از سوسمارها، مثل اسکیپک، اگر از پشت سر مورد حمله قرار گیرند، می‌توانند بخشی از دم خود را بیندازند. دم در دهان شکارچی همچنان می‌چنبد و توجه او را از اسکیپک در حال فرار دور می‌کند. اسکیپک بعداً می‌تواند دم خود را دوباره برویاند.

دم از محل خاص برش، قطع می‌شود

رشد دم تازه از بین آن آغاز می‌شود

دم تازه رنگ متفاوتی دارد

▶ استتار

بسیاری از ماهی‌هایی که در کف دریا می‌آرامند، مثل ماهی دیل، می‌توانند رنگ پوست خود را تغییر دهند تا با زمینه‌ای که بر روی آن قرار دارند، هماهنگ شوند. این کار تقریباً آن‌ها را از دید شکارچی‌ها پنهان می‌کند. در زیر سطح پوست این جانوران سلول‌های خاصی وجود دارند که می‌توانند روشن‌تر و یا تیره‌تر شوند. آفتاب پرست‌ها و اسکوئید نیز از جمله جانورانی هستند که می‌توانند رنگ خود را در هماهنگی با محیط تغییر دهند.



شکارچی‌ها

جانوری که جانوران دیگر را می‌کشد تا از آن‌ها تغذیه کند، شکارچی نام دارد. شکار، علت اصلی حمله‌ی یک جانور از یک گونه به جانوری از گونه‌ی دیگر است. جانورانی که مورد حمله قرار می‌گیرند، ممکن است از بچه‌ها و یا گروه خانوادگی خود دفاع کنند. اما در اغلب موارد آن‌ها تلاش می‌کنند از گرفتار شدن بگریزند. بعضی از جانوران، تخم و یا افراد جوان‌تر هم‌گونه‌ی خود را می‌خورند. شکارچی‌ها ممکن است فعالانه دنبال غذا بگردند و یا برای گرفتن آن در جایی کمین کنند و منتظر بمانند.



نیش‌های سمی،
در جلوی دهان قرار دارند

سلاح‌های مرگبار

مارها برای کشتن شکارهای بزرگ از دو روش استفاده می‌کنند. مارهای سمی طعمه‌ی خود را گاز می‌گیرند و به بدن آن زهر تزریق می‌کنند که بر دستگاه عصبی و گردش خون طعمه اثر می‌گذارد. مارهای منقبض کننده، شکار را می‌گیرند و با پیچیدن به دور شکار، آن را خفه می‌کنند. این مارها با سرعت زیادی حمله می‌کنند اما ممکن است خوردن جانور بزرگ چند ساعت طول بکشد.

فاصله بین آرواره‌ها
افزایش می‌یابد تا با شکار
بزرگ هماهنگ شود

e
دفاع
predators

حمله‌ی دسته‌ای

سگ‌های شکاری آفریقایی به نوبت رهبری دسته را هنگام تعقیب شکار بر عهده می‌گیرند تا پیش از آن که خودشان خسته شوند، شکار کاملاً خسته شود. سرانجام وقتی شکار خسته می‌شود، همه‌ی آن‌ها با هم برای کشتن آن اقدام می‌کنند. تعدادی از پستانداران شکارچی، به‌طور گروهی شکار می‌کنند. این روش به آن‌ها امکان می‌دهد با شکارهایی گلاویز شوند که ممکن است برای هر یک از آن‌ها به‌تنهایی خیلی بزرگ، خطرناک و یا بسیار خسته کننده باشند.



چرخه‌های رفتاری

جانوران رفتارهای غریزی متعددی دارند که با آب و هوا در ارتباطند.

تغییرات فصلی باعث آغاز مهاجرت جانوران می‌شود. جمعیت‌های

جانوران از محلی به محل دیگر می‌روند و دوباره باز می‌گردند.

جانوران ممکن است هزاران کیلومتر راه برای پیدا کردن غذا و یا تولید

مثل، بپیمایند. برخی از جانوران مهاجرت نمی‌کنند و در یک محل باقی

می‌مانند و در آب و هوای نامساعد، در مرحله‌ای به نام **دوره‌ی رکود**

قرار می‌گیرند. برخی جانوران در شب و برخی دیگر در روز فعالند.

▼ مهاجرت گوزن شمالی

گوزن‌های شمالی در تابستان غذای زیادی می‌خورند و تا جایی که ممکن است وزن آن‌ها زیاد می‌شود تا بتوانند فصل نامساعد زمستان را بگذرانند. این جانوران همواره در حرکتند. آن‌ها پیش از حرکت به سوی چراگاه‌های تازه، در یک ناحیه چرا می‌کنند. با بارش اولین برف در پاییز، این جانوران به سوی جنوب و محل چرای زمستان مهاجرت می‌کنند. در جنوب، هوا ملایم‌تر و غذای بیش‌تری در دسترس است. سپس در بهار، گوزن‌های ماده پیشاپیش همه، راه سرزمین‌های شمالی را در پیش می‌گیرند.



▲ سفر طولانی بازگشت به خانه

ماهی‌های آزاد بیش‌تر زندگی خود را در دریا می‌گذرانند ولی برای تولید مثل (تخم‌ریزی) به جویبارهایی که در آن متولد شده‌اند، باز می‌گردند. معلوم نیست که ماهی‌های آزاد چگونه این جویبارها را پیدا می‌کنند. زیست‌شناسان فکر می‌کنند آن‌ها با استفاده از حس بویایی خود جهت‌یابی می‌کنند. تلاش برای شنا در خلاف جهت رودخانه و تخم‌ریزی، ماهی‌های آزاد را از رمق می‌اندازد و فقط تعداد کمی از آن‌ها برای انجام سفر بازگشت زنده می‌مانند.

گوش‌های پیشرفته

بسیار مناسب برای شنیدن

چشم‌های بزرگ

برای دیدن حشرات در شب

پوششی پشمی که جانور

را از سرمای شب حفظ می‌کند

گالاگوی شب شکار

جانوران شب‌شکار، مثل گالاگو که در جنگل‌های سنکال آفریقا زندگی می‌کنند، با زندگی در تاریکی سازش پیدا کرده‌اند. در طول روز، این جانور کوچک ممکن است از حمله‌ی شکارچی‌ها صدمه ببیند و ناچار است با حشره‌خواران زیادی رقابت کند. جانور با خوابیدن در طول روز و شکار در شب از این مساله دوری می‌کند.



پوششی از پشم متراکم،
برای حفاظت از سرما

بدن نیرومند است و
استقامت زیادی دارد

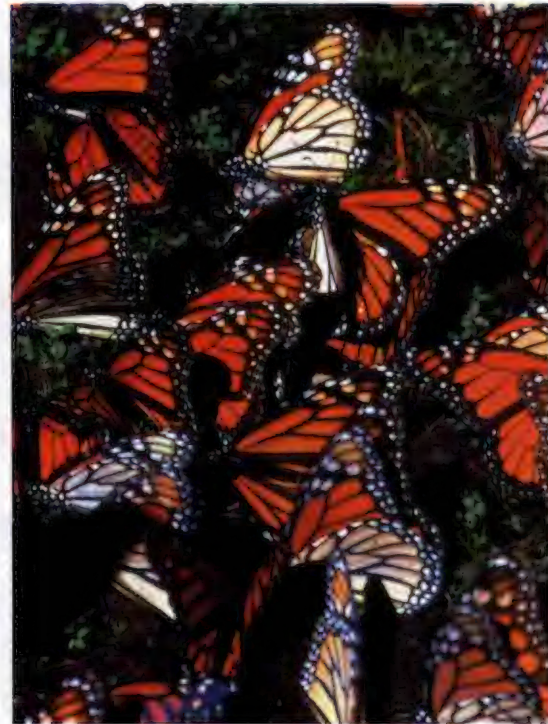
پاها بسم‌های بزرگی
دارند که از فرو رفتن در
برف جلوگیری می‌کند

جهت‌یابی در مسافت‌های دور

در پایان تابستان و آغاز پاییز، روزها کوتاه می‌شوند و تعداد زیادی از پرندگان، از جمله غازهای برفی، پیش از مهاجرت به مناطق گرم‌تر، دور هم جمع می‌شوند. برخی پرندگان می‌توانند مسافت‌های طولانی را تا رسیدن به مقصد نهایی بدون توقف پرواز کنند. پرندگان با استفاده از خورشید، ستاره‌ها و نشانه‌های آشنا مثل رودخانه‌ها و خطوط ساحلی جهت‌یابی می‌کنند.

ماراتن پروانه‌ای مونارک

هر سال نزدیک به صد میلیون پروانه‌ی مونارک از همه‌جای آمریکا به جنوب، یعنی کالیفرنیا و مکزیک که نسبتاً گرم‌ترند، مهاجرت می‌کنند. کاهش دما در آخر تابستان باعث آغاز مهاجرت می‌شود، چون این پروانه‌ها نمی‌توانند در دمای کمتر از $12/8$ درجه‌ی سانتی‌گراد پرواز کنند. پروانه‌ها برای گرم شدن در استراگاه‌های زمستانی دور هم جمع می‌شوند و هر پروانه بال‌هایش را روی پروانه‌ی زیری قرار می‌دهد.



غازهای برفی
مسافتی ۴۸۰۰
کیلومتری را
مهاجرت می‌کنند



دوره‌ی رکود

خواب زمستانی نوعی رکود (غیرفعال شدن) است که در آن، جانوران از موادی که در بدنشان ذخیره کرده‌اند استفاده می‌کنند. در طی خواب زمستانی جانوران به خواب عمیقی فرو می‌روند و فعالیت دستگاه‌های بدنشان بسیار کند می‌شود. در تورپور، که شکل دیگری از رکود است، فعالیت بدن جانوران بسیار آهسته می‌شود ولی می‌توانند به آسانی بیدار شوند. در دوره‌ی رکود تابستانی، جانوران هنگام فصل‌های خشک، به‌درون نقب‌هایی در زیر شن و یا گل فرو می‌روند و با بارش باران از سوراخ بیرون می‌آیند.



▲ خواب زمستانی

موش‌های زمستان خواب، در بدن خود چربی ذخیره می‌کنند؛ بنابراین می‌توانند در دوره‌ی طولانی خواب زمستانی، که در گونه‌های اروپایی تا ۷ ماه هم طول می‌کشد، به بقای خود ادامه دهند. قبل از آغاز زمستان آن‌ها مقادیر بسیار زیادی میوه و دانه می‌خورند. در فصل‌های دیگر سال این جانوران از حشرات و دانه‌ها تغذیه می‌کنند. تغییر در رژیم غذایی از فعالیت این جانوران می‌کاهد و آن‌ها را آماده‌ی خواب زمستانی می‌کند. در اواخر دوره‌ی خواب زمستانی، گاهی‌گاهی هشیار می‌شوند و خروج از حالت خواب عمیق را آغاز می‌کنند. این موش‌ها به‌محض بیدار شدن از خواب جفت‌گیری می‌کنند.



▲ وزغ حقار

وزغ حقار با برآمدگی بیل‌مانند پای خود، زمین را حفر می‌کند و هنگام خشکسالی با حفر سوراخی با عمق بیش از یک متر، خود را در زیر زمین مدفون می‌کند. سپس با جفا شدن چند لایه از پوستش، پوششی به‌دور بدنش ایجاد می‌شود که از خشک شدن آن جلوگیری می‌کند. وزغ تا بارش دوباره‌ی باران درون این پیله‌ی امن باقی می‌ماند. افزایش رطوبت باعث پاره شدن این پوشش حفاظتی می‌شود و وزغ، خاک را کنار می‌زند و به‌سطح زمین باز می‌گردد.



جمعیت‌ها

جانوران یک گونه را که در یک منطقه زندگی می‌کنند و با یکدیگر زاد و ولد می‌کنند، یک جمعیت می‌نامند. اندازه‌ی جمعیت و مساحتی که اشغال کرده است، در رابطه با بیماری‌ها و نیز رقابت با جانوران دیگر، در طول زمان تغییر می‌کند. اصطلاح جمعیت شامل جانورانی است که یا جدا و به صورت غیرمجتمع زندگی می‌کنند و گاه سطح وسیعی را قلمرو خود می‌سازند، و یا جانورانی که یک خانواده را تشکیل می‌دهند؛ و یا جانورانی که یک گروه بزرگ‌تر، مانند یک کلنی را ایجاد می‌کنند. برخی از گروه‌ها موقتی هستند و فقط در فصل زاد و ولد تشکیل می‌شوند.



▲ اعضای خانواده

چیتاها جمعیت‌های پیچیده‌ای دارند. نرها دائم از جایی به جای دیگر می‌روند و یا بر سر قلمرو دعوا می‌کنند. آن‌ها به تنهایی و یا به صورت جفت زندگی می‌کنند. این جفت‌ها که اغلب برادر هستند در طول زمان حیات با یکدیگر زندگی می‌کنند و به دنبال شکار می‌روند. گاهی این چیتاها دعوی قلمروی را می‌کنند که با قلمرو چیتاهای ماده هم‌پوشانی دارد و آن‌ها با ریختن ادرار خود بر روی درختان، مرزهای قلمروشان را نشانه‌گذاری می‌کنند. چیتاهای نر و ماده فقط در دوران جفت‌گیری با هم زندگی می‌کنند.

▲ حافظت گروهی

میرکات‌ها پستاندارانی هستند که به شکل گروهی زندگی می‌کنند. هر دسته شامل چند خانواده است که با یکدیگر متحدند و در یک قلمرو سکونت دارند و با هم از قلمرو خود در مقابل میرکات‌های همسایه و شکارچی‌ها دفاع می‌کنند. یکی دو عضو گروه به عنوان نگهبان عمل می‌کنند. نگهبان‌ها از نزدیک‌ترین بلندی بالا می‌روند و نگهبانی می‌دهند.

► سازمان کلنی

موریانه‌ها در کلنی‌هایی با بیش از یک میلیون عضو درون پشته‌های بزرگ خاکی زندگی می‌کنند. همه‌ی اعضای کلنی از یک ملکه و جفت آن به وجود می‌آیند و فقط در صورتی به بقای خود ادامه می‌دهند که به طور گروهی کار کنند. هر ملکه‌ی موریانه در روز ۳۰/۰۰۰ تخم می‌گذارد و برای مراقبت از خود و تخم‌هایش به موریانه‌های کارگر وابسته است. موریانه‌های دیگر، یعنی سربازها، با استفاده از آرواره‌های نیرومندشان که می‌توانند هر مهاجمی را گاز بگیرند از لانه دفاع می‌کنند.

اتاقک‌های واقع در وسط لانه برای اقامت موریانه‌ها



بیشتری خاکی لانه را موریانه‌های کارگر می‌سازند



اجتماع‌های زیستی

یک اجتماع زیستی مجموعه‌ای از جمعیت‌هایی است که با یکدیگر در تعاملند. از آن‌جا که محیط‌های زیست به‌طور قابل توجهی از نظر اندازه و پیچیدگی متفاوتند، جاندارانی هم که در آن‌ها زندگی می‌کنند، متفاوتند. در هر اجتماع زیستی، جانوران مختلف با یکدیگر در تعامل به‌سر می‌برند. بعضی از این تعامل‌ها به نفع هر دو طرف است و در برخی از آن‌ها فقط یک طرف سود می‌برد. به هر حال، رقابت شدید بین گونه‌ها سودی برای هیچ یک از آن‌ها ندارد.

► زندگی با پس‌مانده‌ی غذا

این ماهی خالدار با ماهی چسبنده، که زیر آن قرار دارد، شنا می‌کند. بر روی سر ماهی چسبنده، صفحه‌ای قرار دارد که به کمک آن می‌تواند خود را به ماهی بزرگ بچسباند. ماهی چسبنده، با این سواری رایگان انرژی ذخیره می‌کند، از حمله‌ی شکارچی‌ها در امان می‌ماند و از غذای پس‌مانده‌ی ماهی بزرگ استفاده می‌کند. ماهی خالدار از این ارتباط نه سودی می‌برد و نه زیانی می‌بیند.



▲ سود دوطرفه

ارتباط بین دو گونه به شکلی که هر دو سود ببرند، همیاری نامیده می‌شود. این سار کنه‌خوار از شیش‌ها و کنه‌هایی که آهوی آفریقایی را اذیت می‌کنند، تغذیه می‌کند. پرنده از داشتن یک منبع دائم غذایی سود می‌برد. آهو هم سود می‌برد زیرا حشرات که خون او را می‌مکنند، از او دور می‌شوند.



اجتماع‌های
زیستی
communities

◀ سود یک‌طرفه

در بعضی ارتباط‌ها فقط یکی از جانوران سود می‌برد و رابطه برای جانور دیگر مضر است، کنه‌های روی بدن گوزن انگل‌هایی هستند که از خون آن تغذیه می‌کنند. این کنه‌ها خون مخلوقات دیگر مثل انسان را نیز می‌مکنند و عامل بروز بیماری می‌شوند.



▼ اجتماع زیستی دریایی

آبستگاه‌های مرجانی، مجموعه‌ای از مرجان‌ها هستند که با یکدیگر زندگی می‌کنند و محیطی بسیار غنی را برای گروه زیادی از جانوران فراهم می‌آورند. اما مرجان‌هایی که پایه‌ی اصلی آبستگاه را تشکیل می‌دهند برای زنده ماندن به غذایی بیش‌تر از آن چه در دسترس آن‌هاست، نیاز دارند. مرجان‌ها غذای اضافی را از جلبک‌های میکروسکوپی که درونشان زندگی می‌کنند، به‌دست می‌آورند. جلبک‌ها برای ساختن غذا به‌نور خورشید نیاز دارند. به همین علت آبستگاه‌های مرجانی فقط در آب‌های شفاف و کم‌عمق یافت می‌شوند.

شیر ماهی و بسیاری از جانوران دیگر در آبستگاه‌های مرجانی سکونت دارند



مورخ‌ها و گوشه‌های آبستگاه پناهگاهی را برای جانوران فراهم آورده است

بوم‌شناسی

بوم‌شناسی یا اکولوژی ارتباط موجودات زنده و محیط آن‌ها را بررسی می‌کند. جانوران با شرایط خاص یک محیط سازگار شده‌اند و نقش خاصی، مثل شکارچی و یا شکار، را بر عهده دارند. این نقش را کنام بوم شناختی می‌نامند. گیاهخواران از گیاه تغذیه می‌کنند و گوشتخواران، گیاهخواران را می‌خورند و همه چیز خوارها از هر دو تغذیه می‌کنند. این تسلسل از گیاهان به گوشتخواران را زنجیره‌ی غذایی می‌نامند.



اکوسیستم

مجموعه‌ی اجتماع‌های جانوران و محیطی را که با آن تعامل دارند اکوسیستم می‌نامند. اکوسیستم‌ها شامل زنجیره‌های غذایی کاملند. غلزار ساوانای آفریقا یک اکوسیستم بزرگ است که در آن گیاهان، علف‌خوارانی مثل گور اسب و گوزن‌های یالدار که از گیاهان تغذیه می‌کنند، و گوشتخوارانی مثل شیر و پلنگ، که علفخواران را شکار می‌کنند، سکونت دارند.



▲ زیستگاه نامساعد

یک زیستگاه منطقه‌ای است مثل کنار دریا و یا ناحیه‌ای جنگلی که انواع خاصی از جانوران در آن زندگی می‌کنند. بعضی از زیستگاه‌ها جانداران متنوعی را در خود جای داده‌اند. برخی دیگر کنام‌های کم‌تری دارند و در نتیجه گونه‌های کم‌تری در آن‌ها زندگی می‌کنند، اگرچه ممکن است تعداد زیادی از یک گونه در آن‌ها جمع شوند. شاه پنگوئن‌ها یکی از معدود جانورانی هستند که می‌توانند در شرایط سخت و سرد قطب جنوب زندگی کنند.

این نوم تن درون صدقش باقی می‌ماند تا وقتی که آب بر اثر جزر پایین می‌آید آب بدن خود را از دست ندهد

جلیک‌ها، به صخره‌ها چسبیده‌اند تا جریان آب آن‌ها را با خود نبرند



▲ کنام بوم شناختی

کنام عقاب هارپی که یک شکارچی است، جنگل‌های جنوب آمریکاست. این عقاب سازگاری‌هایی مثل بال‌های کوتاه و پهن دارد که می‌تواند با آن‌ها از لایه‌لای درختان پرواز کند. در هر محیط مشخصی کنام‌های متعددی وجود دارد، اما همه‌ی جانوران باید با دیگر اعضای جامعه برای به‌دست آوردن منابع، از جمله غذا، رقابت کنند. یک جانور نمی‌تواند برای همیشه بر یک کنام تسلط داشته باشد.

ستاره‌های دریایی

معمولی درون سوراخی امن استراحت می‌کند

▲ آبگیر صخره‌ای

یک آبگیر صخره‌ای کنام‌های زیادی برای زندگی جانوران دارد. بخش‌هایی از آبگیر صخره‌ای در اثر جزر از آب بیرون می‌آیند. در نتیجه برخی از ساکنان آن با امواج دریا مواجه می‌شوند در حالی که گروهی دیگر محفوظ‌ترند. برخی هم در معرض تغییرات شدید دما قرار دارند. جانوران و جلیک‌های ساکن آبگیر صخره‌ای باید با این شرایط سازگار شوند.

این نوع شقایق دریایی نمی‌تواند بازوهایش را جمع کند و باید در آب غوطه ور بماند

وقتی جزر رخ می‌دهد خرچنگ مخملی به اعماق آبگیر می‌رود

وقتی در اثر جزر این نوع شقایق دریایی از آب خارج می‌شود، بازوهایش را درون بدنش جمع می‌کند



زنجیره‌ی غذایی

جانوران با خوردن موجودات زنده‌ی دیگر انرژی و مواد غذایی به‌دست می‌آورند. جریان انرژی از یک موجود زنده به موجود زنده‌ی دیگر، زنجیره‌ی غذایی نام دارد.

هرم غذایی

گیاهان انرژی مورد نیاز خود را به‌طور مستقیم از خورشید به‌دست می‌آورند و بنابراین در پایین زنجیره‌ی غذایی قرار دارند. گیاهان انرژی مورد نیاز گیاهخواران را فراهم می‌کنند و به‌همین علت آن‌ها را تولیدکننده می‌نامند. گیاهخواران را اولین مصرف‌کننده می‌نامند. گوشتخواران که از گیاهخواران تغذیه می‌کنند مصرف‌کننده‌ی دوم هستند. جانورانی که مصرف‌کننده‌های دوم را می‌خورند، مصرف‌کننده‌های سوم نامیده می‌شوند. بسیاری از گوشتخواران، گیاهخواران و گوشتخواران کوچک‌تر را می‌خورند و بنابراین می‌توانند هم مصرف‌کننده‌ی دوم و هم سوم باشند. تعداد جانوران در بالای زنجیره‌ی غذایی کم‌تر از پایین آن است.

شبکه‌ی غذایی

در اجتماع‌های زیستی جانوران، زنجیره‌های غذایی زیادی وجود دارد. بسیاری از جانوران مثل روباه‌ها غذاهای متنوعی می‌خورند. در نتیجه زنجیره‌های غذایی به‌هم مرتبطند. این زنجیره‌های مرتبط یک شبکه‌ی غذایی را به‌وجود می‌آورند. حتی وقتی هم که جانوران می‌میرند، باز بخشی از زنجیره‌ی غذایی هستند. جسد آن‌ها فاسد می‌شود و مواد موجود در آن غذای جانداران دیگر می‌شود.



تکامل

فرایند وقوع تغییر در موجودات زنده در طول زمان را تکامل می‌نامند. این تغییرات از یک نسل به نسل بعدی از طریق ژن‌ها منتقل می‌شوند. تکامل ممکن است بر اثر فرایندی به نام **انتخاب طبیعی** رخ داده باشد. در طبیعت افرادی که **سازگاری** خاصی دارند که به بقای آن‌ها کمک می‌کند، با احتمال بیش‌تری تولید مثل می‌کنند و اغلب ژن‌های خود را بیش‌تر از رقبایشان به نسل بعد منتقل می‌کنند. در نتیجه‌ی این سازگاری، در نسل بعدی تعداد اعضای گونه بیش‌تر می‌شود.



صفحات استخوانی
زهری را برای سر ماهی
فراهم می‌آورد



برخی از جانوران با اثر فرايند تكمال منقرض شده‌اند و جانوران ديگري كه توان بقاي پيش‌تري داشتند، جايگزين آن‌ها شدند. دانكئوسوس ماهي زره‌دار و داراي ارواحهاي نيرومندی بود كه ۳۵۰ ميليون سال پيش زندگي مي‌كرد. احتمال دارد اين جانور با تكمال كوسه‌ماهي‌هاي بزرگ‌تر و پُر سرعت‌تر، منقرض شده باشد زيرا كوسه‌ماهي‌ها در شكار ماهي‌هاي كه غذاي مشترك اين جانوران بودند توان رقابتي بالاي‌تري داشتند.

تکامل فیلها

فیل‌های امروزی نتیجه‌ی فرایند طولانی تکاملند. در طی میلیون‌ها سال، تغییرات اندک از یک نسل به نسل بعدی منتقل شده‌است. اولین فسیل‌های گونه‌های فیل، کوچک بودند ولی در طول زمان اندازه و وزن آن‌ها افزایش یافت. سه گونه‌ی زنده‌ی امروزی، تنها بازمانده‌های فیل‌هایی هستند که زمانی انتشار وسیعی داشتند.



دینو تریوم
حدود دو میلیون
سال پیش
می زیست

ديلو تريوم

گامفوتريوم

فیومیا

موثری تربیوم

مونری تریوم در رودخانه‌ها
می‌زیست و از گیاهان آبزی
تغذیه می‌کرد

اختصاصی شدن برای بقا

اگرچه اندام حرکتی پیشین پستانداران، پرندها و خزندگان به روش‌های متفاوتی تغییر یافته‌اند، اما یکسان بودن طرح اصلی آن‌ها این فرضیه را مطرح می‌کند که همه‌ی آن‌ها از یک نیای مشترک سرچشمه گرفته‌اند. طرح اصلی شامل یک استخوان بازو و دو استخوان ساعد و پنج انگشت است.



پرنده: استخوان بال یک پرنده، مشابه اندام حرکتی پیشین یک پستاندار است ولی تعداد انگشتان از پنج به دو کاهش یافته است. این طرح اصلی یکسان استخوان‌ها در همه مهره‌داران خشکی و دوزیستان نیز دیده می‌شود.



دلفین: اندام حرکتی این پستاندار برای سازگار شدن با زندگی در دریا به باله تبدیل شده است. انگشتها در زیر گوشت پنهان شده‌اند ولی در اسکلت جانور به‌وضوح دیده می‌شوند.



شامپانزه: این بازو برای بالا رفتن و گرفتن اشیاء تغییر یافته است. قرار گرفتن انگشت شست مقابل چهار انگشت دیگر به جانور امکان گرفتن اشیاء را می‌دهد و چرخش آرنج و سج، مهارت و جالاک‌تری را فراهم آورده است.

گامفوتریوم احتمالاً از دندان

پایینی درازش برای دسترسی
به گیاهان آبی استفاده می‌کرد

فیومیا چندان بزرگتر
از یک گاو نبود

فیل آسیایی

انتخاب طبیعی

همه‌ی زاده‌های جانداران زنده نمی‌مانند تا بزرگسالی را تجربه کنند. جانورانی که ویژگی‌های مطلوبی دارند، مثل داشتن خز ضخیم و بلند برای جانوری که در آب و هوای سرد زندگی می‌کند، از آن‌هایی که فاقد این ویژگی‌ها هستند، احتمال بقای بیش‌تری دارند.



چارلز داروین

انگلیسی، ۱۸۰۹-۱۸۸۲

داروین سال‌های زیادی را صرف کرد تا برای تأیید نظریه‌اش، یعنی تکامل از طریق انتخاب طبیعی، شواهد لازم را جمع‌آوری کند. چارلز داروین تأثیر ویژگی‌های متفاوت بر بقای جانوران را انتخاب طبیعی نامید. انتخاب طبیعی یک علت تکامل جانداران است ولی تنها علت آن نیست.



بید فلفلی

در طول انقلاب صنعتی در دهه‌ی ۱۸۸۰، آلودگی هوا باعث شد درختان مناطقی از انگلستان تیره رنگ شوند. پیش از آن، تعداد بیدهای فلفلی سیاه کم‌یاب، رو به افزایش گذاشته بود. چون پرندوها، آن‌ها را سخت‌تر از بیدهای فلفلی دیگر پیدا می‌کردند. تا سال ۱۹۰۰ بیش‌تر بیدهای مناطق صنعتی سیاه رنگ بودند. اکنون با کنترل آلودگی هوا، تعداد بیدهای سیاه دوباره کاهش یافته است.

هانی کریپرها

بر اثر انتخاب طبیعی گونه‌های جدید به‌وجود می‌آیند. این هانی کریپرها ساکن هاوایی از یک نیای واحد به‌وجود آمده‌اند که مدت‌ها قبل به این جزایر آمده بود. آن‌ها از غذاهای مختلف تغذیه می‌کردند و هیچ پرندگی رقیبی وجود نداشت. پس از گذشت زمانی طولانی و به‌وجود آمدن نسل‌های متعدد، منقار این پرندگان برای تغذیه از غذاهای جدید تغییر پیدا کرد.

سازگاری

سازگاری جانوران یکی از پیامدهای انتخاب طبیعی است. سازگاری یعنی هماهنگ شدن تدریجی یک جانور با محیط در طول زمان. این اصطلاح درباره‌ی هر آن‌چه که به یک جانور مربوط است، از آناتومی و رفتار گرفته، تا چرخه‌ی زندگی آن، به کار می‌رود. سازگاری یکی از فرایندهای مهم تکامل است، زیرا هر چه جانور سازگارتر باشد احتمال بقا و تولید مثل آن بیش‌تر است.

اکیدنه (خارپشت)

اکیدنه‌ی پوزه کوتاه که در استرالیا و تاسمانی زندگی می‌کند به‌خوبی با رژیم غذایی شامل مورچه و موریه‌ها سازگار شده است. این جانور چنگال‌های نیرومندی برای شکافتن لانه‌های مورچه‌ها و موریه‌ها و زبان دراز چسبنده‌ای برای جمع‌آوری آن‌ها دارد. اکیدنه‌ی پوزه کوتاه برای حفاظت از خود خار دارد. این جانور نمی‌تواند مثل جوجه تیغی خود را گلوله کند. در عوض، وقتی احساس خطر کند به‌سرعت زمین را می‌کند تا از پخش نرم زیر شکم خود حفاظت کند.

ایگوانای دریایی

ایگوانای دریایی در جزایر گالاپاگوس زندگی و فقط از جلبک تغذیه می‌کند. این جانور برای این نوع زندگی سازگاری‌هایی دارد. از آن‌جا که جانور زیر آب تغذیه می‌کند؛ شناگر خوبی است و دم بلندی دارد که از دو طرف پهن شده است و به جانور کمک می‌کند تا در آب به سرعت پیش برود. این جانور ساختارهای غده‌ای خاصی در بینی خود دارد که به آن کمک می‌کند تا نمک اضافی را از بدن خود دفع کند.



زندگی پیش از تاریخ

از آغاز حیات، یعنی از بیش‌تر از ۳/۵ میلیون سال قبل، بر اثر تکامل تنوع بسیار زیادی از جانداران به‌وجود آمده است. اولین جانداران شکل‌های میکروسکوپی ساده، مثل باکتری‌ها، بودند که از آن‌ها مخلوقاتی تکامل پیدا کردند که بیش از پیش پیچیده شدند تا این که سرانجام جانوران امروزی به‌وجود آمدند. اما در این میان، برخی از جانوران مثل **دایناسورها** منقرض شدند.



شکم انعطاف‌پذیر
که از بخش‌های متصل به هم تشکیل شده است

▲ فسیل سنجاک

این سنجاک ما قبل تاریخ به‌صورت یک فسیل حفظ مانده است. مثل بسیاری از حشرات، سنجاک‌ها هم از زمانی که برای اولین بار ظاهر شدند، تغییرات آشکاری کرده‌اند. حشرات گروه بسیار موفق جانوری هستند، که اولین بار حدود ۴۰۰ میلیون سال پیش ظاهر شدند. حدود ۴۲۰ میلیون سال پیش، در برخی از حشرات بال‌ها تکامل پیدا کرد. در نتیجه حشرات اولین جانوران پرنده بودند.

▼ الاسموساروس

حدود ۲۰۶ تا ۶۵ میلیون سال پیش، خزندگان با گردن دراز به‌نام پلزیوسارها در اقیانوس‌ها زندگی می‌کرد. الاسموساروس یکی از بزرگ‌ترین خزندگان بود. چون این جانور هیچ خویشاوند زنده‌ای ندارد، دانشمندان فقط می‌توانند حدس بزنند که آن‌ها چطور زندگی و حرکت می‌کردند. پالاهای بسیار بزرگشان احتمالاً مثل پاروهای یک قایق عمل می‌کردند و جانور را به‌جلو می‌راندند یا با حرکت به بالا و پایین، نیروی پیش‌بری را فراهم می‌کردند.

دوران‌های زندگی روی کره‌ی زمین

پروتروزوئیک از زمان آغاز حیات تا پیش از آغاز حیات

از ۵۴۰ میلیون سال قبل آغاز شد و ۲۹۰ میلیون سال طول کشید. ماهی‌ها حدود ۵۰۰ میلیون سال پیش در دریاها و رودخانه‌ها ظاهر شدند. با گذشت زمان، در برخی از آن‌ها پا و شش تکامل پیدا کرد و دوزیستان به‌وجود آمدند. بعد، خزندگانی چون دایمترودون از دوزیستانی که از هوا تنفس می‌کردند، به‌وجود آمدند.



دایمترودون

ماهی چی‌رولپیدید

سنجاک

مزوزوئیک

این عصر از ۲۵۰ تا ۶۵ میلیون سال قبل طول کشید. جانداران مشخص این دوره دایناسورها، خزندگان پرنده و خزندگان غول‌آسای دریایی بودند. پرنده‌گان در ۱۵۰ میلیون سال قبل به‌وجود آمدند. در پایان این عصر، پستانداران جفت‌دار از پستانداران ابتدایی‌تر تکامل پیدا کردند.



موش فیل

استگوساروس

ارکلون

سنوزوئیک

این عصر ۶۵ میلیون سال پیش آغاز شد و تا امروز ادامه دارد. نیاکان بیش‌تر گروه‌های پستانداران امروزی در این دوره ظاهر شدند. نیاکان اصلی انسان، یعنی اولین هومی نیده‌ای راست قامت، حدود ۵ میلیون سال قبل تکامل یافتند.



اگرالوپیتکوس هایلیس

ماموت پشمالو



دایناسورها گروه منقرض شده از خزندگان خشکی‌زی بودند. پاهای آن‌ها بیشتر به عمود بودن در زیر بدنشان متمایل بود تا اتصال به دو طرف بدن آن‌ها. دایناسورها بر اساس شکل استخوان‌های لگن در دو گروه قرار می‌گیرند. نزدیک‌ترین خویشاوندان زنده‌ی آن‌ها پرندگان هستند، که از دایناسورهای گوشت‌خوار تکامل یافته‌اند.

دایناسور متقار اردکی

کورتوساروس دایناسور گوشت‌خواری بود که در ۱۶۵ تا ۱۳۵ میلیون سال پیش می‌زیست. این جانور مقاری شبیه اردک و یک برآمدگی توخالی در بالای سرش داشت که احتمالاً برای نمایش (مثلاً هنگام جفت‌طلبی) و یا شاید برای تقویت صدا هنگام برقراری ارتباط به کار می‌رفت.

دایناسور گوشت‌خوار

یکی از بزرگ‌ترین و فراوان‌ترین دایناسورهای شکارچی، الوساروس که ۱۵۰ تا ۱۴۵ میلیون سال پیش می‌زیست، این جانور سر بسیار بزرگ و آرواره‌های نیرومند و گردن قوی داشت و مثل همدی دایناسورهای گوشت‌خوار روی دو پای عقبی خود راه می‌رفت. اندام‌های جلویی مثل دست برای گرفتن شکار به کار می‌رفتند.

آرواره‌های بزرگ با دندان‌های بلند برای دریدن گوشت

اندام‌های جلویی به چنگال‌های خمیده‌ی تیز مجهز بودند

مقار مسطح و پهن برای بریدن گیاهان



دایناسورهای لگن پرنده‌ای

همه‌ی دایناسورها سه استخوان لگن داشتند: استخوان‌های نشیمنگاهی، شرمگاهی و تهیگاهی. دایناسورهای معروف به لگن پرنده‌ای یا اورنی تیسکین، همگی گیاه‌خوار بودند.

استخوان شرمگاهی موازی با استخوان نشیمن گاهی بود که رو به عقب قرار می‌گرفت

هیپ سیلوفودون

استخوان شرمگاهی از نشیمنگاهی جدا شد و در جهت جلو قرار گرفت

گالیموس

دایناسور لگن مارمولکی

سوریسکین یا دایناسورهای لگن مارمولکی شامل دایناسورهای گوشت‌خواری مثل ولوسیراپتور و تیرانوساروس راکس و گیاه‌خواران غول‌آسای دارای گردن بلند مثل دیپلو دوکوس است. دایناسورهای لگن پرنده‌ای ممکن است ازاجداد لگن مارمولکی تکامل پیدا کرده باشند.

دیرین شناسی

بررسی حیات در گذشته، که با مطالعه‌ی فسیل‌ها انجام می‌شود،

دیرین‌شناسی و دانشمندانی را که در این رشته فعالیت می‌کنند، دیرین‌شناس می‌نامند.

دیرین‌شناسان سعی می‌کنند با بررسی دقیق فسیل‌ها و مقایسه‌ی آن‌ها با جانوران امروزی بفهمند که مخلوقات منقرض شده چه ویژگی‌هایی داشتند و احتمالاً چطور زندگی می‌کردند. این دانشمندان از سرنخ‌های دیگری، معروف

به رد پاهای فسیلی یعنی فسیل‌هایی که ردپای بر جا مانده‌ی

جانوران هستند، و دیگر آثار باقی‌مانده‌ی مربوط به زندگی جانوران

ماقبل تاریخ استفاده می‌کنند.

انگشت‌های دراز که برای گرفتن شاخ و برگ‌ها و قرار دادن آن‌ها در دهان به‌کار می‌رفت

اسکلت هترودونتوساروس

اسکلت‌های کامل دایناسورها به‌ندرت یافت می‌شوند و معمولاً فقط تعدادی دندان و استخوان پیدا می‌شود. دیرین‌شناسان اسکلت‌های جداگانه را با مقایسه و جوز کردن استخوان‌های آن‌ها از میان نمونه‌هایی که بهتر حفظ شده‌اند، شناسایی و باز هم جدا می‌کنند. برای شناسایی دقیق اسکلت دایناسورها، دانشمندان اندازه و موقعیت ماهیچه‌ها را از نشانه‌های بر جا مانده در محل اتصالشان به استخوان‌ها محاسبه می‌کنند.

انگشت‌های پایانی‌های کوچکی داشتند که مثل کل میخ کشتن‌های مخصوصی به‌نام انگشت پلیسین و محکم گرفتن را فراهم می‌کردند.



▲ ردپای دایناسورها

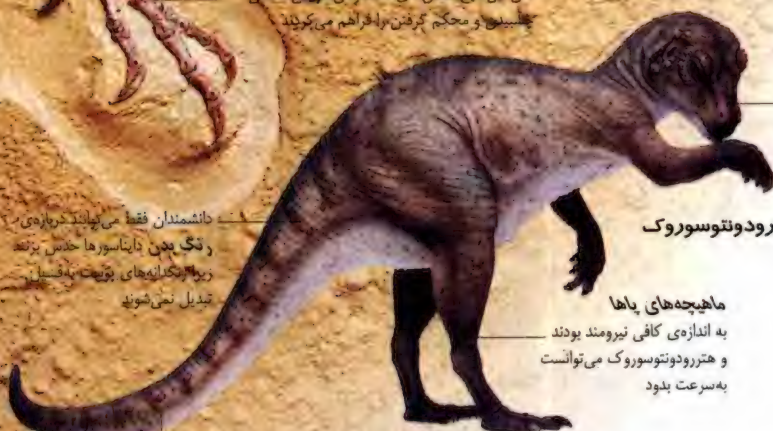
دیرین‌شناسان بیش‌تر استخوان‌ها را بررسی می‌کنند. اما مخلوقات ما قبل تاریخ مثل دایناسورها شواهد دیگری نیز از زندگی خود بر جا گذاشته‌اند. با بررسی ردپاهای فسیلی، دیرین‌شناسان می‌توانند بفهمند دایناسورها چگونه حرکت می‌کردند و حتی چطور به‌سرعت می‌دویدند. علاوه بر ردپاها، فضولات دایناسورها هم یافت شده‌اند که به کمک آن‌ها دیرین‌شناسان می‌توانند بفهمند این موجودات چه می‌خوردند.

آرواره‌ها نسبتاً کوچک بودند و دندان‌های ساده‌ای برای تغذیه از برگ‌ها داشتند.

هترودونتوسوروک

ماهیچه‌های پاهای

به اندازه‌ی کافی نیرومند بودند و هترودونتوسوروک می‌توانست به‌سرعت بدود.



وقتی دایناسور حرکت می‌کرد دم آن در عقب قرار می‌گرفت تا تعادل بدن حفظ شود.

► گریه‌ی دندان شمشیری

برخی از فسیل‌ها اطلاعاتی را درباره‌ی رژیم غذایی جانوران پیش از تاریخ در اختیار قرار می‌دهند. برای مثال، فسیل گریه‌ی دندان شمشیری، دندان تیز و برنده‌ی یک گوشت‌خوار و آرواره‌ی نیرومند برای گرفتن شکار را نشان می‌دهد. برخی از دیرین‌شناسان تصور می‌کنند دندان‌های بزرگ نیش برای کشتن به‌کار می‌رفتند. برخی هم پیشنهاد می‌کنند که این دندان‌ها برای نمایش (مثلاً هنگام جفت‌طلبی) بوده‌اند.

◀ تخم دایناسورها

در دهه‌های اخیر تعداد زیادی تخم دایناسور کشف شده است. در برخی موارد این تخم‌ها به‌صورت مجموعه‌های دوازده‌تایی یا بیشتر حفظ شده‌اند؛ با این ترتیب، احتمالاً دایناسورها لانه می‌ساختند. حتی نمونه‌ای وجود دارد که دایناسوری یا مجموعه‌ای از تخم‌ها به فسیل تبدیل شده است و این شواهدی است بر این که در دایناسورها نوعی مراقبت والدینی وجود داشته است.



دندان‌های نیش

بزرگ بودند و بیرون از آرواره‌ی پایین قرار می‌گرفتند.

جمع‌هم، برآمدگی‌های استخوانی داشت که ماهیچه‌های بزرگ آرواره به آن‌ها متصل می‌شدند.

آرواره‌ی پایین، حرکت بالا به پایین دارد ولی به طرفین حرکت نمی‌کند.



مجموعه حذقه‌های بزرگ چشم و ساختاری منفرجه مانند دارد که در زمان حیات با ماده‌ی شاخی پوشیده شده بود.

فسیل‌ها

فسیل‌ها (سنگواره‌ها) تنها شواهد حیات دوره‌ی پیش از تاریخ هستند. فسیل‌ها در سنگ‌های رسوبی، که از رسوبات فشرده شده‌ای مثل گل‌ولای و شن تشکیل شده‌اند، به وجود می‌آیند. وقتی جانوران به سرعت درون رسوبات مدفون می‌شوند بدن آن‌ها تکه تکه نمی‌شود و لاشخورها هم نمی‌توانند آن‌ها را بخورند. با گذشت زمان ممکن است فقط استخوان‌ها باقی بمانند، یا مواد معدنی جایگزین آن‌ها شوند و یا به طور کامل از بین بروند و فقط قالبی از شکل جانور بر جا بماند. سنگواره‌ها با فرسایش سنگ‌ها بر اثر جریان آب و یا هوازدگی نمایان می‌شوند.



قرار گرفته در سنگ

تریلوبیت‌ها جانوران منقرض شده‌ای هستند که اسکلت خارجی سخت، پاهای بندبند و چشم‌های مرکب داشتند. این ویژگی‌ها را در حشرات و سخت‌پوستان امروزی می‌توان دید. این جانوران حدود ۲۴۸ میلیون سال پیش منقرض شده‌اند، در حالی که ۳۰۰ میلیون سال قبل از آن فراوان‌ترین موجودات دریا بودند.

گیر افتاده در کهریا

کهریا رزین درختی است که فسیل شده است و گاهی هنگام تراش از درخت، بقایای حشرات و جانوران کوچک دیگر در آن به دام افتاده‌اند. فسیل‌های تقریباً کامل، اطلاعات بی‌نظیری را درباره‌ی بافت‌های نرم و ساختارهای ظریف جانوران در اختیار قرار می‌دهد. دانشمندان تلاش کرده‌اند از این فسیل‌ها DNA استخراج کنند ولی تاکنون این کوشش‌ها موفقیت‌آمیز نبوده است.



هنگام مرگ

این ماموت جوان، عاج‌ها، هنوز رشد خود را آغاز نکرده بودند.



چونست بر روی بدن باقی مانده است. اگرچه بیش‌تر ماهیچه‌های زیر آن از بین رفته‌اند.

حفظ شده در یخ

گاهی اوقات جانوران پیش از تاریخ به طور کامل حفظ شده‌اند. این ماموت یشمالو، هزاران سال پیش مرده است ولی به سرعت یخ زده و روی آن را برف و یخ پوشانده و در نتیجه، از دسترس لاشخورها دور مانده است. اگرچه بیش‌تر موهای آن از بین رفته‌اند ولی سایر ویژگی‌های آن، مثل گوش‌های بسیار کوچکی که آن را از فیل‌های امروزی متمایز می‌کند، باقی مانده است.



کارآپاسی از پاهای و قسمت‌های زیر بدن حافظت می‌کند

بخش عقبی کارآپاسی حالت لولایی دارد

فسیل زنده

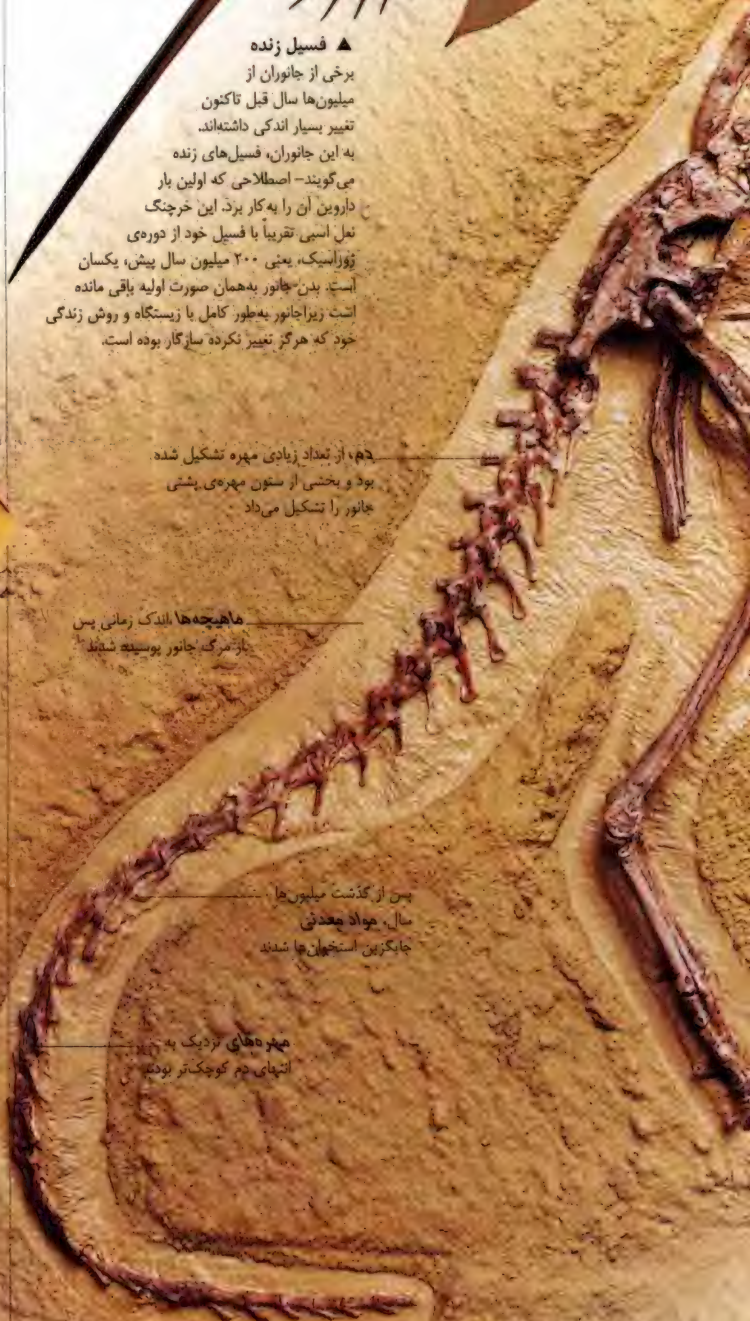
برخی از جانوران از میلیون‌ها سال قبل تاکنون تغییر بسیار اندکی داشته‌اند. به این جانوران، فسیل‌های زنده می‌گویند- اصطلاحی که اولین بار داروین آن را به کار برد. این خرچنگ نعل اسبی تقریباً با فسیل خود از دوره‌ی ژوراسیک، یعنی ۲۰۰ میلیون سال پیش، یکسان است. بدن جانور به همان صورت اولیه باقی مانده است زیرا جانور به طور کامل با زیستگاه و روش زندگی خود که هرگز تغییر نکرده سازگار بوده است.

دم، از تعداد زیادی مهره تشکیل شده بود و بخشی از ستون مهره‌ی پشی جانور را تشکیل می‌داد.

ماهیچه‌ها بالندگ زمانی پس از مرگ جانور پوسیده شدند.

پس از گذشت میلیون‌ها سال، مواد معدنی جایگزین استخوان‌ها شدند.

مهره‌های نزدیک به انتهای دم کوچک‌تر بودند.



انقراض

از زمان آغاز زندگی بر روی زمین، جانوران بسیار زیادی ظاهر شدند، نشو و نما کردند و سپس ناپدید شدند. این ناپدید شدن را انقراض می‌نامند. گونه‌ها به علت‌های گوناگون، مثل رقابت و تغییرات زیستگاه‌ها، منقرض شده‌اند. در گذشته حداقل پنج بار انقراض‌های گروهی رخ داده است که طی آن‌ها تعداد بسیاری از گونه‌های جانوری در مدت کوتاهی به‌طور کامل از بین رفته‌اند.



حفره‌ی چیکسی لایب



جمجمه‌ی تیرانوساروس رکس

▲ برخورد شهاب سنگ

دایناسورها ۶۵ میلیون سال پیش در پایان دوره‌ی مزوزوئیک منقرض شدند. انقراض آن‌ها به برخورد یک شهاب سنگ عظیم مربوط است که یک حفره‌ی عظیم را در زیر خلیج مکزیک ایجاد کرد. دانشمندان تصور می‌کنند که گازها و گرد و غبار حاصل از این برخورد، هوا را پر کرده و برای قرن‌ها جلوی نور خورشید را گرفته بود. در آن زمان ۷۰ درصد جانوران، از جمله دایناسورها، از بین رفتند.



انقراض در اثر شکار

شکار بی‌رویه خطر بزرگی برای بسیاری از جانوران است. شکار در گذشته در انقراض بسیاری از جانوران، از جمله دودو، نقش داشته است. دودو پرنده‌ای بود که در جزیره‌ی موریس (واقع در اقیانوس هند) زندگی می‌کرد. این پرنده در سال ۱۶۰۰ میلادی کشف شد و چون قادر به پرواز نبود و از انسان‌ها نمی‌ترسید، به راحتی شکار می‌شد. سربازان، تعداد زیادی از آن‌ها را برای غذا شکار کردند و جانورانی مثل موش را هم به جزیره‌ی موریس بردند که لانه‌های دودوها را خراب کردند. سرانجام تا سال ۱۶۸۰ میلادی این پرنده منقرض شد.



▶ تنها ماندن در جزیره

بسیاری از جزیره‌ها گونه‌های منحصر به‌فردی دارند که در جاهای دیگر یافت نمی‌شوند. اگر شکارچی‌های جدید به این جزیره‌ها وارد شوند، این گونه‌ها راهی برای فرار ندارند و در خطر انقراض قرار می‌گیرند. یک راه برای حفاظت از جانوران ساکن در جزیره‌ها این است که برای آن‌ها زیستگاه‌های طبیعی جایگزین بسازیم. این لاک‌پشت غول پیکر ساکن جزایر گالاپاگوس است که دولت اکوادور حفاظت آن را به‌عهده گرفته است.



حفظ گونه‌ها

اهمیت حفظ حیات وحش رو به افزایش است. بسیاری از جانوران نمی‌توانند آنقدر سریع تکامل پیدا کنند تا با تغییراتی که بشر ایجاد کرده است سازگار شوند و بتوانند به زندگی خود ادامه دهند. تعداد کمی از جانوران می‌توانند با زندگی در کنار انسان‌ها سازگار شوند. بهترین روش برای حفظ جانوران وحشی، حفاظت از زیستگاه‌های آن‌هاست. برخی از زیستگاه‌ها می‌توانند از تعداد گونه‌های بیش‌تری حفاظت کنند. مجموع تعداد گونه‌ها، مقیاسی برای تنوع زیستی است. مناطقی که تعداد زیادی از جانداران را در خود جا داده‌اند را نقاط خاص می‌نامند.



بازگشت دوباره‌ی گور اسب آفریقایی
گور اسب آفریقایی آن قدر شکار شد تا در اواخر قرن ۱۹ منقرض گشت. اکنون دانشمندان گور اسب آفریقایی را زیر گونه‌ی گور اسبی می‌دانند که نوارهای راه راه بر روی بدنش ندارد، اگرچه زمانی آن را گونه‌ای جدا به حساب می‌آوردند. این کشف دانشمندان را هدایت کرد تا با زادگیری انتخابی از گور اسب‌های ساده و بدون راه راه، دوباره گور اسب‌های آفریقایی را بدست آورند. البته این گور اسب‌ها، تعداد راه راه‌های کم‌تر و پوست قهوه‌ای‌تری دارند. ظاهر جانور تولید شده به‌طور قابل ملاحظه‌ای شبیه گور اسب‌های موجود در موزهایست.

تنوع زیستی

انواع زندگی در زیستگاه‌ها را تنوع زیستی می‌نامند. تنوع زیستی بر حسب تعداد گونه‌ها سنجیده می‌شود و به نرخ گونه‌هایی که در طول زمان تکامل می‌یابند در مقایسه با نرخ گونه‌هایی که منقرض می‌شوند بستگی دارد. تنوع زیستی به‌طور طبیعی در انواع زیستگاه‌ها متفاوت است. برای مثال، زیستگاه‌های نزدیک قطب، مثل توندرا، تنوع زیستی کم‌تری نسبت به مناطق استوایی، مثل جنگل‌های بارانی نزدیک خط استوا، دارند.



▲ میمون کاپوچین

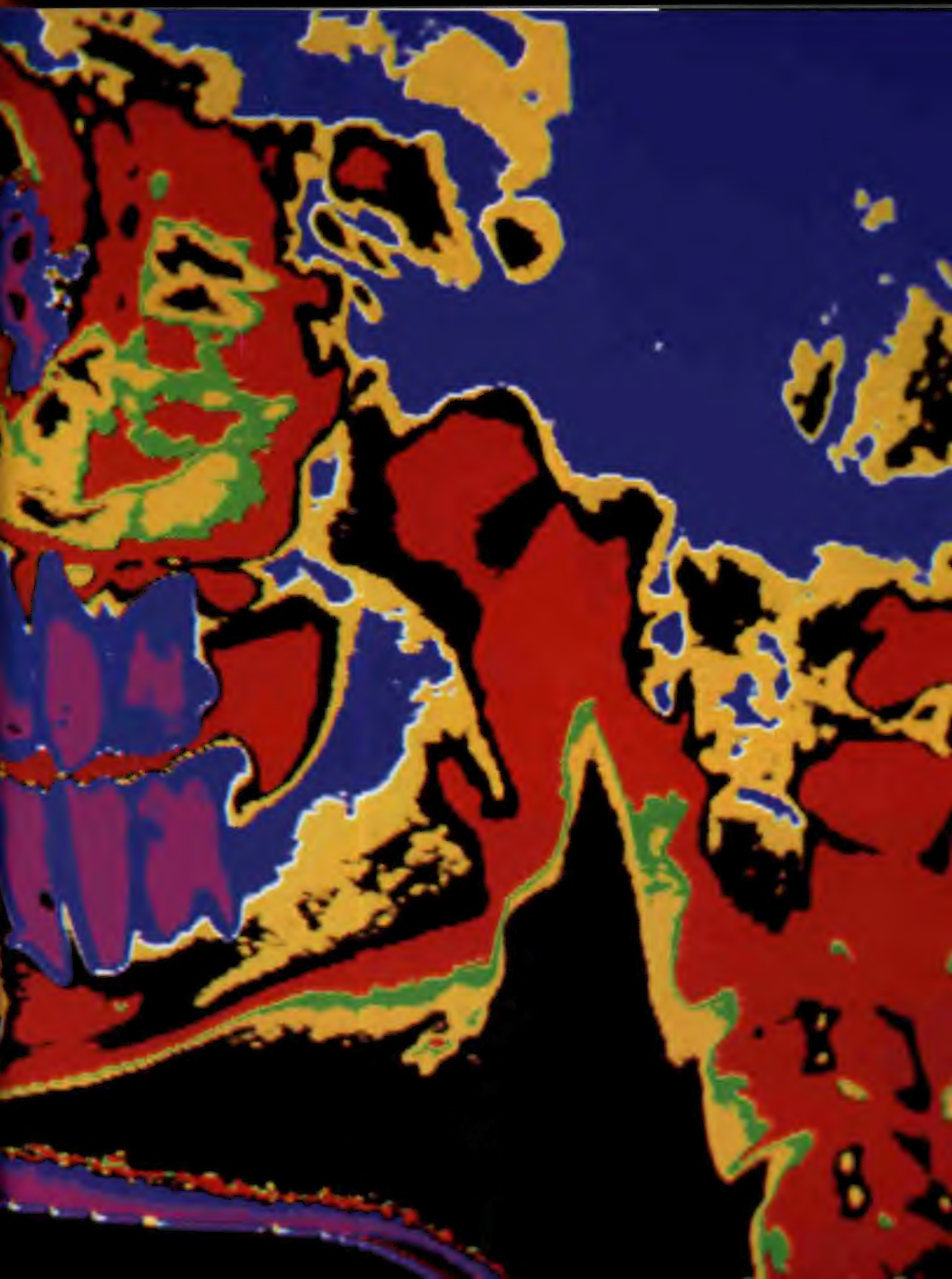
جنگل‌های بارانی آمازون بیش‌ترین تنوع زیستی را دارد. این میمون کاپوچین یکی از گونه‌های بی‌شماری است که در آن‌جا زندگی می‌کنند. در این جنگل‌ها بر روی یک درخت ممکن است ۱۰۰۰ گونه‌ی حشره زندگی کنند و در هر هکتار آن ممکن است ۳۰۰ نوع درخت وجود داشته باشد.

▲ پرندای صخره‌ای

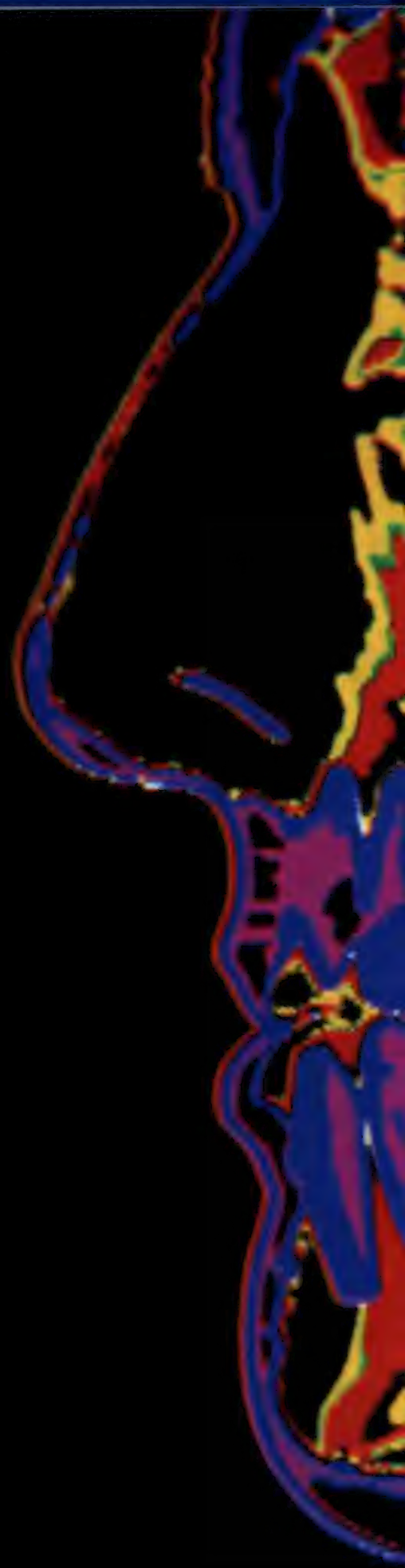
بسیاری از جانوران وحشی با یک زیستگاه خاص ارتباط نزدیکی دارند. پرندای صخره‌ای آند فقط در جنگل‌های کوهستانی شمال کوه‌های آند در آمریکای جنوبی یافت می‌شود. اگر این جنگل‌ها از بین بروند، این پرنده منقرض خواهد شد.

▲ زاد و ولد در اسارت

جانورانی را که در شرایط طبیعی زندگی با خطر انقراض روبرو هستند، می‌توان با افزایش تعدادشان در باغ وحش‌ها حفظ کرد. پانداها معمولاً نمی‌توانند در اسارت به‌خوبی تولید مثل کنند. اما در سال‌های اخیر تعداد تولد آن‌ها در اسارت به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است. بخشی از این افزایش به همکاری بین باغ وحش‌ها مربوط است که پاندهای نر یا ماده را برای ایجاد جفت‌های جدید در سراسر دنیا به یکدیگر قرض می‌دهند.



دستگاه‌های بدن



۳۵۶	دستگاه درون‌ریز	۳۳۸	دستگاه‌های بدن
۳۵۷	دستگاه ایمنی	۳۴۰	دستگاه اسکلتی
۳۵۸	دستگاه گوارش	۳۴۲	دستگاه ماهیچه‌ای
۳۶۰	کبد	۳۴۴	دستگاه عصبی
۳۶۱	دستگاه دفع ادرار	۳۴۶	چشایی
۳۶۲	دستگاه تولید مثل	۳۴۶	بوایی
۳۶۴	ژنتیک	۳۴۷	شنوایی
۳۶۶	رشد	۳۳۷	تعادل
۳۶۸	سلامتی	۳۴۸	بینایی
۳۷۰	بیماری‌ها	۳۵۰	لامسه
۳۷۲	بزرگی	۳۵۱	پوست
۳۷۴	فناوری پزشکی	۳۵۲	دستگاه گردش خون
۳۷۶	تحقیقات پزشکی	۳۵۴	دستگاه تنفس

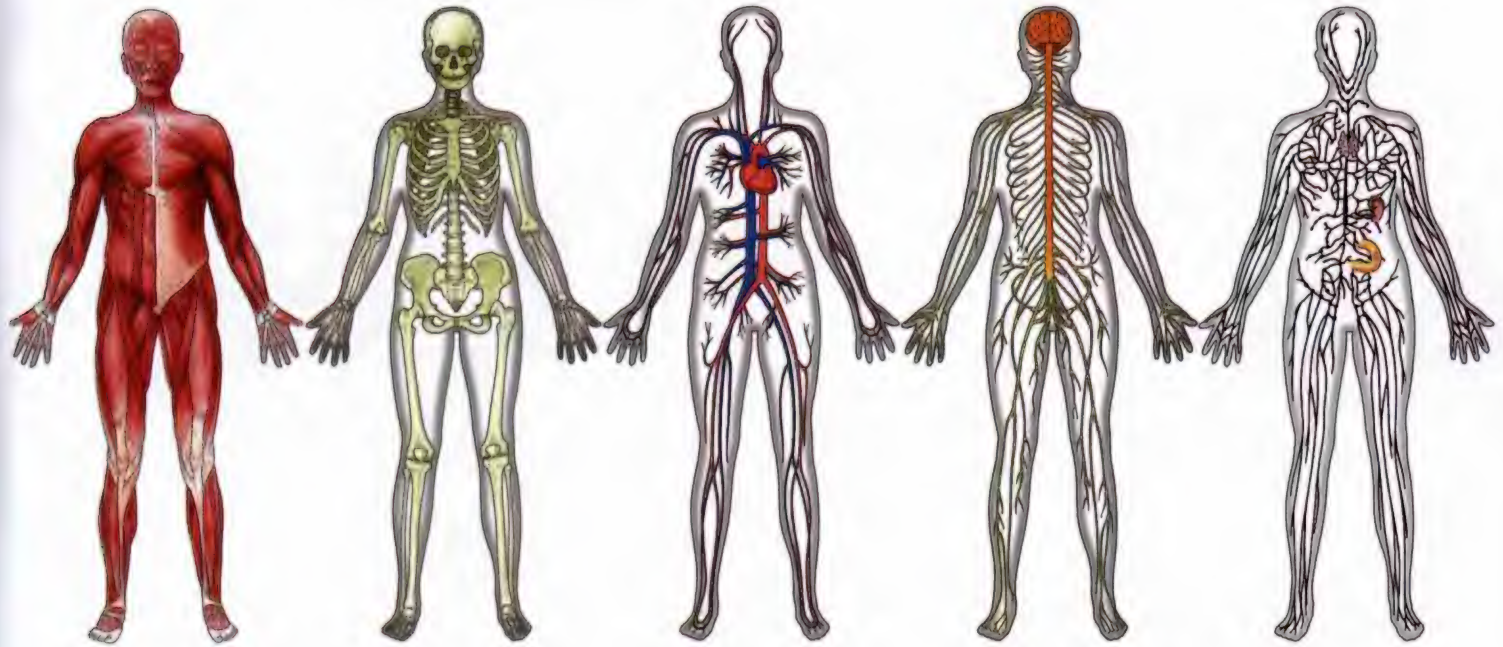
دستگاه‌های بدن

بدن ما از دستگاه‌های مختلفی تشکیل شده است که هر یک وظیفه‌ی خاصی دارند. کوچک‌ترین واحد‌های زنده در بدن، **سلول‌ها** هستند که دارای ویژگی‌های مشترکند. از اجتماع منظم سلول‌ها، **بافت‌ها** و از اجتماع بافت‌ها، **اندام‌ها** به وجود می‌آیند. دستگاه‌های مختلف بدن از اجتماع سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌ها با وظایف مشخص تشکیل شده‌اند.



دستگاه پوستی

پوست، مو و ناخن‌ها که پوشش خارجی بدن را می‌سازند، جزو دستگاه پوستی‌اند. دستگاه پوستی مانند یک سپر از اندام‌های درونی محافظت می‌کند و مانع ورود میکروب‌ها به درون بدن می‌شود. مساحت پوست یک فرد بالغ حدود ۲ متر مربع است.



دستگاه لنفی

دستگاه لنفی شبکه‌ای از رگ‌هاست که بخشی از آب میان‌بافتی را جمع‌آوری می‌کند و به خون بر می‌گرداند. دستگاه لنفی، همچنین دارای گروه‌هایی از سلول‌هاست که از بدن در برابر میکروب‌ها محافظت می‌کند.

دستگاه عصبی

دستگاه عصبی نقش اصلی در تنظیم دستگاه‌های بدن را دارد. این دستگاه شامل مغز، نخاع و شبکه‌ای از اعصاب است که در سرتاسر بدن گسترش دارد.

دستگاه گردش خون

دستگاه گردش خون، از قلب، شبکه‌ای از رگ‌ها و خون تشکیل شده است. کار این دستگاه رساندن اکسیژن و مواد غذایی به سلول‌های بدن و دور کردن مواد دفعی و زائد از آن‌هاست.

دستگاه اسکلتی

اسکلت از چارچوبی استخوانی قوی و انعطاف‌پذیر همراه با بافت پیوندی تشکیل شده است. نقش دستگاه اسکلتی حرکت و نگهداری بسیاری از بخش‌های داخلی بدن است.

دستگاه ماهیچه‌ای

دستگاه ماهیچه‌ای شامل لایه‌های ماهیچه‌هاست که استخوان‌های اسکلت بدن را تا محل مفاصل پوشانده‌اند. ماهیچه‌ها با انقباض و انبساط خود سبب حرکت استخوان‌ها می‌شوند.

زن



مرد



دستگاه تولید مثل

دستگاه تولید مثل در مرد و زن به ترتیب وظیفه تولید اسپرم و تخمک را برای به وجود آوردن فرد جدید دارند. وظیفه‌ی دیگر این دستگاه‌ها رساندن این سلول‌ها به یکدیگر است.

دستگاه دفع ادرار

سلول‌های بدن مواد زائدی تولید می‌کنند که بسیاری از آن‌ها به وسیله‌ی ادرار از بدن دفع می‌شوند. کار دستگاه دفع ادرار، ساختن ادرار و دفع آن از بدن است.

دستگاه گوارش

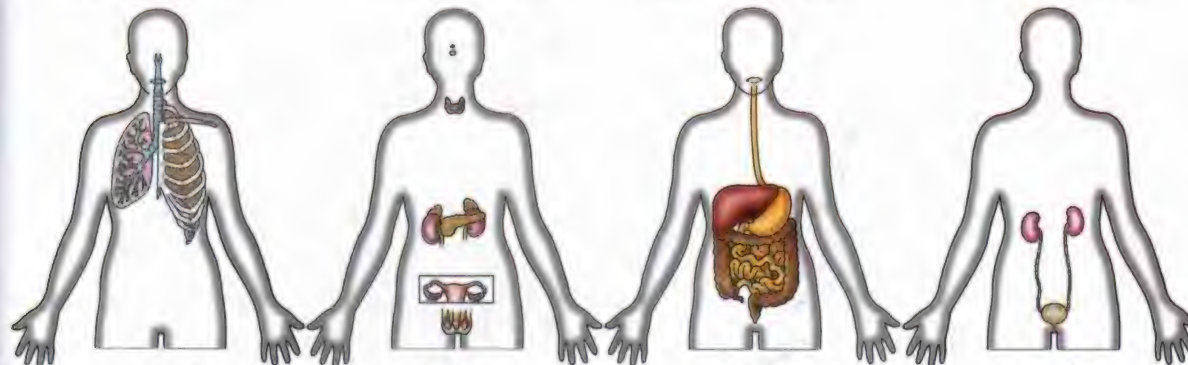
دستگاه گوارش، مواد غذایی مورد نیاز بدن را برای تولید انرژی و فعالیت آماده می‌کند. این دستگاه مواد غذایی مصرف شده را به صورت اجزای قابل جذب برای ورود به خون در می‌آورد.

دستگاه درون ریز

بسیاری از اعمال بدن، مثل رشد و نمو و تولید انرژی، به وسیله هورمون‌ها تنظیم می‌شوند. این مواد به وسیله‌ی غده‌های دستگاه درون‌ریز ساخته و ترشح می‌شوند.

دستگاه تنفس

دستگاه تنفس شامل شش‌هاست و نقش حیاتی آن جذب اکسیژن و رساندن آن به خون است. دستگاه تنفس علاوه بر جذب اکسیژن، گاز زائد دی‌اکسید کربن را که به وسیله‌ی سلول‌های بدن تولید شده است از بدن دفع می‌کند.



سلول‌ها

واحد ساختمانی بدن ساختارهای کوچکی به نام سلول است. در بدن انسان یک تریلیون سلول به شکل‌های متفاوت وجود دارد؛ مثل سلول‌های عصبی، ماهیچه‌ای، چربی، کبد و ... که هر کدام دارای اعمال مختلفی است. تمام سلول‌ها دارای یک هسته‌ی مرکزی و بخش ژلهماندی در اطراف آن به نام سیتوپلاسم هستند. سیتوپلاسم به وسیله غشای پلاسمایی احاطه شده است. این غشا ورود و خروج مواد به داخل سلول را کنترل می‌کند.

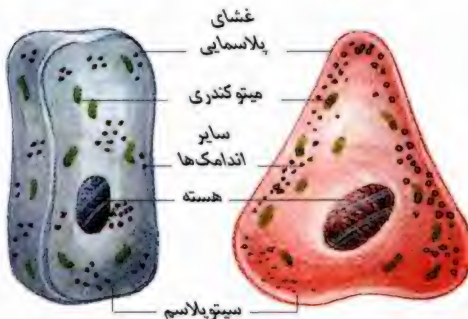


▲ سلول‌های عصبی

سلول‌های عصبی یا نورون‌ها یکی از فراوان‌ترین سلول‌های بدنند. هر سلول عصبی از دو بخش تشکیل شده است: بخشی به نام جسم سلولی که محتوی هسته است، و بخش دیگر، دنباله‌های سیتوپلاسمی که طول برخی از آن‌ها به بیش از یک متر می‌رسد، دستگاه عصبی بیلیون‌ها سلول دارد که اطلاعات مختلف را از اطراف بدن جمع‌آوری می‌کند و انتقال می‌دهد. مغز یک فرد بالغ بیش از ۲۵ بیلیون سلول دارد.

▶ سلول‌ها

سلول‌ها شکل‌ها و اندازه‌های مختلف دارند ولی ویژگی‌های مشترکی دارند. بیش‌تر سلول‌ها دارای یک هسته‌اند. ماده‌ی ژنتیکی سلول درون هسته قرار دارد و همه‌ی فعالیت‌های آن را کنترل می‌کند. سیتوپلاسم حاوی ساختارهای کوچک و متنوعی به نام اندامک است که هر یک نقش خاصی دارد. برای مثال، اندامکی به نام میتوکنندری درون سیتوپلاسم تولید انرژی را به عهده دارد.



بافت‌ها

به گروهی از سلول‌ها که با یکدیگر همکاری دارند بافت می‌گویند. هر بافت دارای نقش ویژه‌ای است. در میان بافت‌ها، بیش‌ترین گستردگی در بدن را بافت پیوندی دارد. نقش بافت پیوندی نگهداری و جدا کردن سایر بافت‌ها از یکدیگر است. بافت‌های غضروفی و استخوانی از انواع بافت پیوندی‌اند، بافت چربی از سلول‌های چربی ساخته شده است. این بافت نقش ذخیره‌ی انرژی را به عهده دارد و مثل لایه‌ای عایق در بدن عمل می‌کند. بافت پوششی سطح بسیاری از اندام‌های بدن را می‌پوشاند و از آن‌ها محافظت می‌کنند. از دیگر انواع بافت‌ها بافت عصبی و ماهیچه‌ای را می‌توان نام برد.

▶ بافت عصبی

بافت عصبی از سلول‌های عصبی و سلول‌های پشتیبان که «گلیا» نامیده می‌شوند، تشکیل شده است. شکل سمت راست قسمتی از بافت عصبی مخچه را نشان می‌دهد. بخشی که سبب هماهنگی بین حرکات بدن می‌شود. هنگامی که بافت عصبی را زیر میکروسکوپ مشاهده کنیم آن را به صورت رشته‌های متنوع و فراوانی خواهیم دید. بخش‌های خال‌خال و تیره‌ی جسم سلولی، سلول‌های عصبی‌اند. بخش‌هایی که رنگ آبی روشن دارند، بیش‌ترین رشته‌های عصبی را دارند.

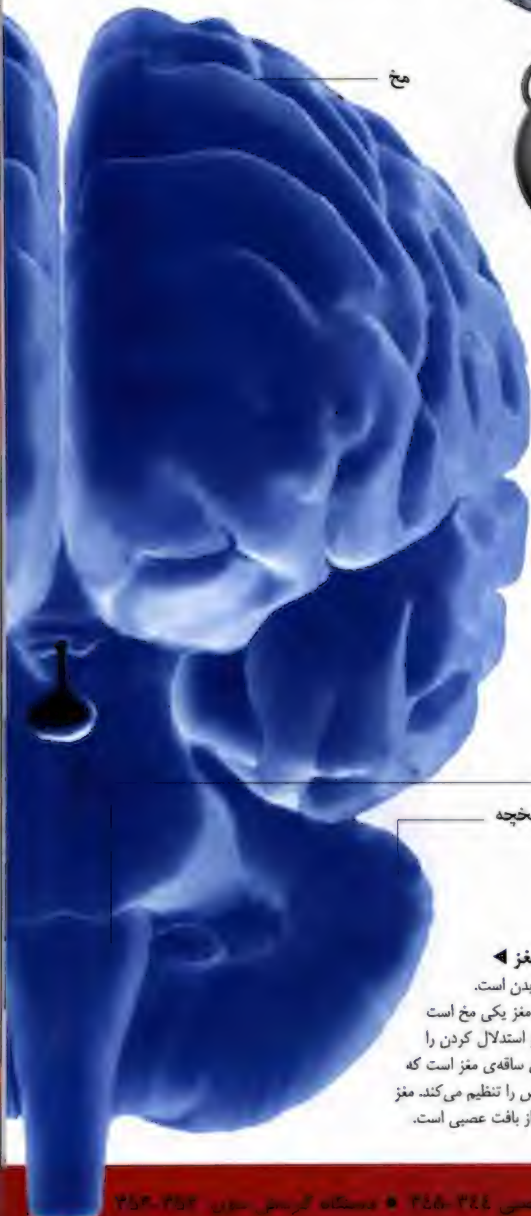


اندام‌ها

مجموعه‌ای از بافت‌های همکار با یکدیگر، یک اندام را می‌سازند. اندام‌های بدن شامل مخ، قلب، شش‌ها، کلیه‌ها، کبد و ... هستند. هر کدام دارای شکل و وظیفه‌ی خاصی است و از بافت‌های مختلفی تشکیل شده است. مثلاً قلب از بافت ماهیچه‌ای ویژه‌ای ساخته شده است که با انقباض‌های منظم خود، سبب می‌شود که قلب مانند تلمبه کار کند. هم چنین قلب دارای بافت عصبی است که پیام‌هایی را که انقباض‌های قلب را تنظیم می‌کنند به قلب می‌آورد و نیز دارای بافت پوششی است که سطح قلب را می‌پوشاند.

◀ مغز

مغز پیچیده‌ترین اندام بدن است. اصلی‌ترین بخش‌های مغز یکی مخ است که اعمالی مثل تفکر و استدلال کردن را به عهده دارد و دیگری ساقه‌ی مغز است که اعمال حیاتی مثل تنفس را تنظیم می‌کند. مغز شامل بخش عمده‌ای از بافت عصبی است.



ساقه‌ی مغز

مخچه

دستگاه اسکلتی

بدن و بخش‌های داخلی آن به وسیله چارچوبی قوی و متحرک از **استخوان‌ها** به نام اسکلت، نگه‌داری می‌شود. این استخوان‌ها به یک دیگر **مفصل** شده‌اند. بیش‌تر مفصل‌ها متحرکند. استخوان‌ها علاوه بر این که سبب محافظت و حرکت می‌شوند، مخزنی برای کلسیم هستند که برای فعالیت اعصاب و ماهیچه‌ها نقش حیاتی دارد. مغز استخوان محل ساخته شدن سلول‌های خونی و ذخیره‌ی چربی‌هاست.

اسکلت انسان

اسکلت از ۲۰۶ قطعه استخوان تشکیل شده است. کودکان ۲۷۰ قطعه استخوان دارند تعدادی از این استخوان‌ها در بزرگسالی به یک‌دیگر می‌چسبند. در شکل، بسیاری از استخوان‌های منفرد و مجموعه‌ی استخوان‌های به هم چسبیده، نشان داده شده‌اند. استخوان‌های بدن به دو گروه استخوان‌های سر و تنه و استخوان‌های دست و پا تقسیم می‌شوند. استخوان‌های سر و تنه شامل استخوان‌های سر، ستون مهره‌ها، دنده‌ها و جناغ سینه‌اند. استخوان‌های دست و پا، شامل استخوان‌های لگنچه، کتف، ترقوه و دست و پا هستند.

ستون مهره‌ها

ستون مهره‌ها مجموعه‌ای از مهره‌ها با ساختاری قوی و ارتجاعی است که سر و بدن را نگه می‌دارد. ستون مهره‌ها هم چنین از نخاع محافظت می‌کند. ستون مهره‌ها از ۳۳ استخوان به نام استخوان مهره ساخته شده است. مهره‌ها به وسیله‌ی صفحاتی از یک دیگر جدا شده‌اند. این صفحات نقش ضربه‌گیر را برای ستون مهره‌ها دارند. استخوان مهره‌ها به وسیله رباط و ماهیچه‌ها در جای خود نگه‌داری می‌شوند:

مهره‌های گردن (۷ مهره)

مهره‌های سینه (۱۲ مهره)

مهره‌های کمر (۵ مهره)

استخوان خاجی (۵ مهره به هم پیوسته)

دنبالچه (۴ مهره به هم پیوسته)



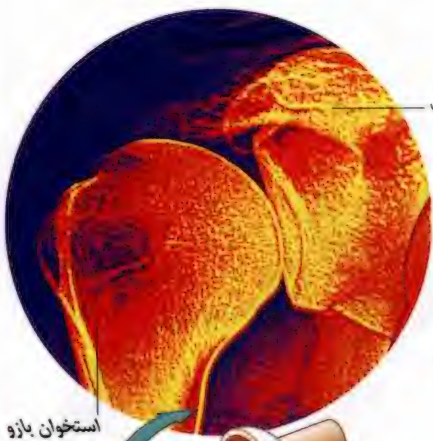
استخوان‌های سر

استخوان‌های سر شامل ۲۲ استخوان است (به علاوه‌ی سه استخوان کوچک در بخش میانی هر یک از گوش‌ها). استخوان بزرگ جمجمه در شکل نشان داده شده است. استخوان‌های سر به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند: گروه اول شامل استخوان‌های پیشانی، پس‌سری و آهیانه که به هم پیوسته‌اند، از مغز محافظت می‌کنند و جمجمه نامیده می‌شوند. بقیه استخوان‌های چهره را تشکیل می‌دهند.



مفصل‌ها

محل اتصال استخوان‌ها به یکدیگر را مفصل می‌گویند. برخی از مفصل‌ها، مثل مفصل‌های استخوان‌های جبهه، ثابت هستند و برخی دیگر، مثل مفصل‌های ستون مهره‌ها، امکان حرکت کمی را فراهم می‌کنند. تعدادی از مفصل‌ها نیز، مثل مفصل ران، تحرک زیادی دارند. استخوان‌ها در محل بسیاری از مفصل‌ها به وسیله‌ی ماهیچه‌ها و نوارهایی از یک بافت پیوندی به نام رباط به هم متصل می‌شوند.



مفصل گوی و کاسه‌ای

این تصویر رنگی، که به کمک پرتو ایکس گرفته شده است، مفصل شانه را نشان می‌دهد. این نوع مفصل گوی و کاسه‌ای نام دارد. قسمت مدور بالایی استخوانی بازو درون حفره‌ی کاسه‌مانند استخوان شانه قرار گرفته است. این ساختار سبب می‌شود که استخوان بازو به‌راحتی دارای حرکات چرخشی باشد. مفصل بازو و کتف به‌وسیله‌ی ماهیچه‌ها و رباط‌ها نگه‌داری می‌شود.



مفصل
گوی و کاسه‌ای



زندگى بزمين

► مفصل لولایی

مفصل آرنج، محل اتصال استخوان بازو به زند زیرین و زند زیرین ساعد دست است. این تصویر که به وسیله پرتو ایکس گرفته شده است، نمونه‌ای از یک مفصل لولایی را نشان می‌دهد. این نوع مفصل به ساعد اجازه می‌دهد که روی بازو خم و راست شود و مقدار کمی به طرفین حرکت کند.



مفصل لولایی



استخوان

غشای سینویال

مايع مفصلي

غضروف مفصلي

رابطہ کی تشکیل

کیسه مفصلی را می دهد

بخش‌های مفصل سینوویال ◀

مفصل‌های با تحرک زیاد، مثل
انکشتان، زانو و آرنج، مفصل‌های
سینوویال نامیده می‌شوند و دارای
ساختار مشابهند. غشای سینوویال
در مفصل که می‌پوشاند، مایعی ترشح
می‌کند که سبب روان شدن حرکت
استخوان‌ها در محل مفصل می‌شود. در
انتهای استخوان‌ها، غضروف مفصلی
که نرم است و اسطکان را به حداقل
می‌رساند، قرار دارد. تمام مفصل به‌وسیله
کیسه‌ای کاملاً پوشیده می‌شود.

استخوان‌ها

استخوان‌ها نسبتاً سبکند، اما پنج برابر محکم‌تر از فولادند. استخوان‌ها از سلول، املاح، پروتئین و آب تشکیل شده‌اند. استخوان‌ها از دو نوع بافت ساخته شده‌اند: اسفنجی و متراکم. این بافت‌ها زنده‌اند و دائم به‌وسیله‌ی سلول‌های استخوانی در حال بازسازی شدند.



قته‌ی یک
استخوان دراز از
باقی استخوانی
متراکم تشکیل
شده است

استخوان متراکم

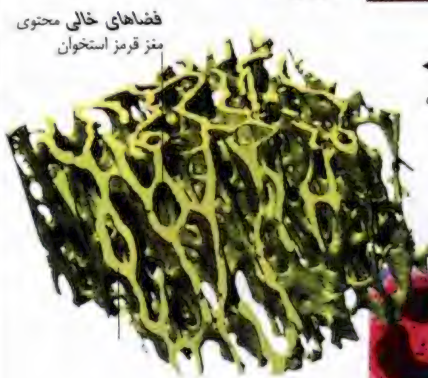
بافت اسفنجی

انتهای استخوان

لایه‌ای نازک از بافت استخوانی متراکم، بافت استخوانی اسفنجی را می‌پوشاند

► بافت استخوانی متراکم

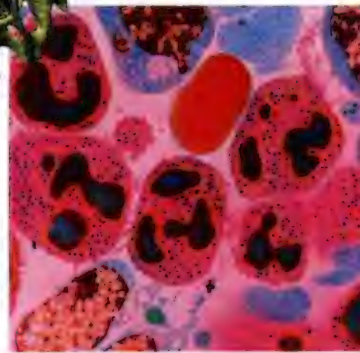
استخوان‌های مترکم از بخش‌هایی به نام سیستم هاورس درست شده‌اند که هر کدام حدود یک میلیمتر قطر دارند. یکی از آن‌ها در شکل نشان داده شده است. هر سیستم هاورس از تعدادی حلقه‌های سخت که اطراف مجرای را فرا گرفته‌اند، ساخته شده است. از درون این مجرا رگ‌های خونی و رشته‌های عصبی عبور می‌کنند.



فضاهای خالی محتوی
مغز قرمز استخوان

بافت استخوانی اسفنجی ◀

باقت اسفنجی استخوان، تیغه‌های محکم استخوانی صورت شبکه‌ای نامنظم شبیه به شانه‌های کندوی مور عسل کنار یک دیگر قرار گرفته‌اند. استحکام استخوانی اسفنجی از باقت استخوانی متراکم کمتر ولی باز هم خیلی محکم است.

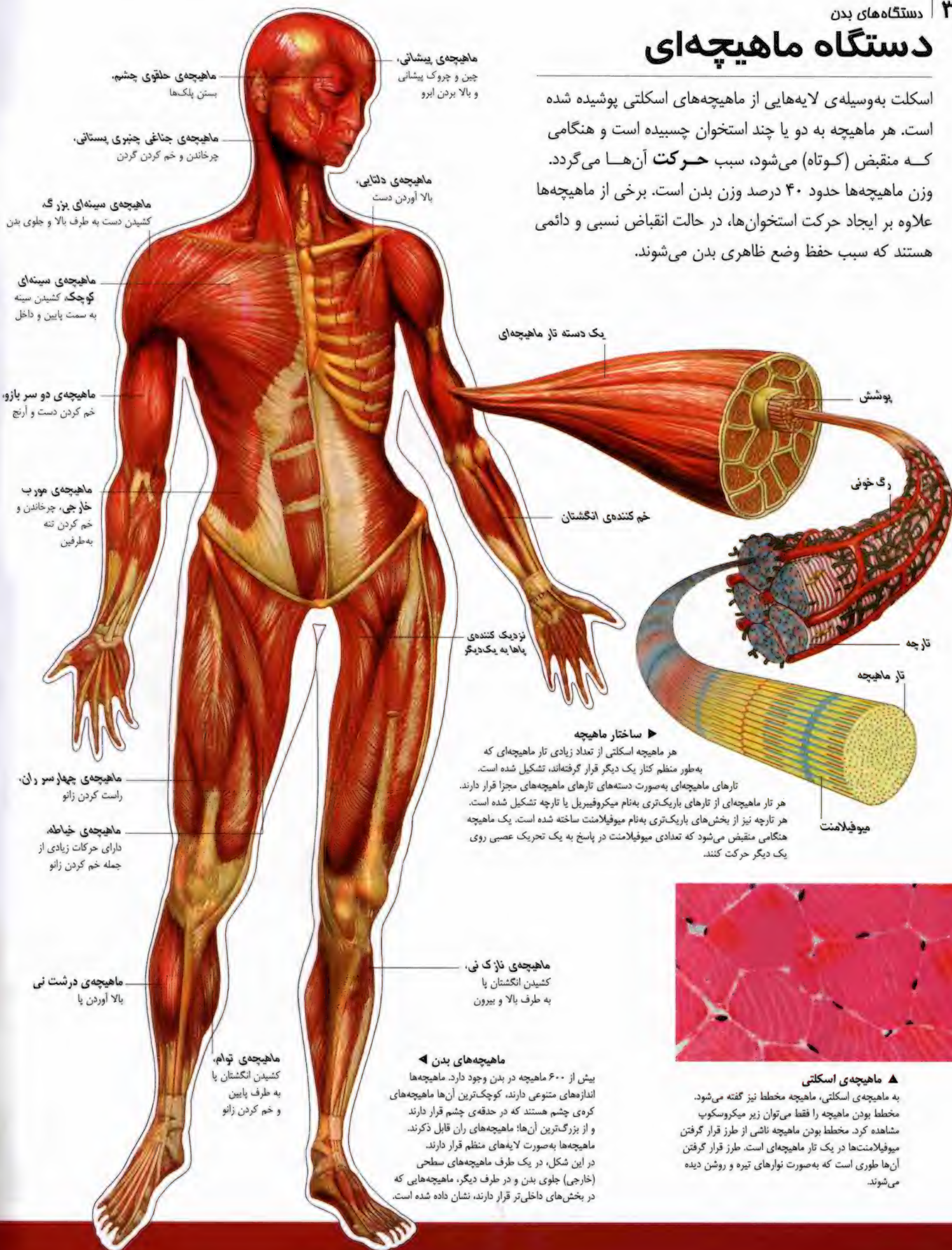


► مغز قرمز استخوان

مغز قرمز استخوان محل ساخته شدن گلبول های قرمز خون و برخی از گلبول های سفید است. در این شکل میکروسکوپی، گلبول قرمزی دیده می شود که توسط تعدادی گلبول سفید احاطه شده است. با بالا رفتن سن، مغز قرمز استخوان در استخوان های دراز به تدریج با سلول های چربی پر می شود.

دستگاه ماهیچه‌ای

اسکلت به وسیله‌ی لایه‌هایی از ماهیچه‌های اسکلتی پوشیده شده است. هر ماهیچه به دو یا چند استخوان چسبیده است و هنگامی که منقبض (کوتاه) می‌شود، سبب حرکت آن‌ها می‌گردد. وزن ماهیچه‌ها حدود ۴۰ درصد وزن بدن است. برخی از ماهیچه‌ها علاوه بر ایجاد حرکت استخوان‌ها، در حالت انقباض نسبی و دائمی هستند که سبب حفظ وضع ظاهری بدن می‌شوند.



یک دسته تار ماهیچه‌ای

پوشش

رگ خونی

خم کننده انگشتان

نزدیک کننده پاها به یکدیگر

تارچه

تار ماهیچه

میوفیلامنت

ساختار ماهیچه

هر ماهیچه اسکلتی از تعداد زیادی تار ماهیچه‌ای که به‌طور منظم کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند، تشکیل شده است. تارهای ماهیچه‌ای به‌صورت دسته‌های تارهای ماهیچه‌ای مجزا قرار دارند. هر تار ماهیچه‌ای از تارهای باریک‌تری به‌نام میکروفیلیریل یا تارچه تشکیل شده است. هر تارچه نیز از بخش‌های باریک‌تری به‌نام میوفیلامنت ساخته شده است. یک ماهیچه هنگامی منقبض می‌شود که تعدادی میوفیلامنت در پاسخ به یک تحریک عصبی روی یکدیگر حرکت کنند.

ماهیچه‌ی نازک نی
کشیدن انگشتان یا
به طرف بالا و بیرون

ماهیچه‌های بدن

بیش از ۶۰۰ ماهیچه در بدن وجود دارد. ماهیچه‌ها اندازه‌های متنوعی دارند. کوچک‌ترین آن‌ها ماهیچه‌های کمری چشم هستند که در حلقه‌ی چشم قرار دارند و از بزرگ‌ترین آن‌ها؛ ماهیچه‌های ران قابل ذکرند. ماهیچه‌ها به‌صورت لایه‌های منظم قرار دارند. در این شکل، در یک طرف ماهیچه‌های سطحی (خارجی) جلوی بدن و در طرف دیگر، ماهیچه‌هایی که در بخش‌های داخلی‌تر قرار دارند، نشان داده شده است.

ماهیچه‌ی اسکلتی

به ماهیچه‌ی اسکلتی، ماهیچه مختلط نیز گفته می‌شود. مختلط بودن ماهیچه را فقط می‌توان زیر میکروسکوپ مشاهده کرد. مختلط بودن ماهیچه ناشی از طرز قرار گرفتن میوفیلامنت‌ها در یک تار ماهیچه‌ای است. طرز قرار گرفتن آن‌ها طوری است که به‌صورت نوارهای تیره و روشن دیده می‌شوند.

ماهیچه‌ی پیشانی،
چین و چروک پیشانی
و بالا بردن ابرو

ماهیچه‌ی حلقوی چشم،
بستن پلک‌ها

ماهیچه‌ی دلتایی،
بالا آوردن دست

ماهیچه‌ی سینه‌ای بزرگ،
کشیدن دست به طرف بالا و جلوی بدن

ماهیچه‌ی سینه‌ای
کوچک، کشیدن سینه
به سمت پایین و داخل

ماهیچه‌ی دو سر بازو،
خم کردن دست و آرنج

ماهیچه‌ی مورب
خارجی، چرخاندن و
خم کردن تنه
به طرفین

ماهیچه‌ی چهار سر ران،
راست کردن زانو

ماهیچه‌ی خياطه،
دارای حرکات زیادی از
جمله خم کردن زانو

ماهیچه‌ی درشت نی،
بالا آوردن پا

ماهیچه‌ی توم،
کشیدن انگشتان یا
به طرف پایین
و خم کردن زانو

حرکت

ماهیچه‌های اسکلتی تا مفصل‌ها امتداد دارند و به وسیله رشته‌های قوی به نام زردپی به استخوان طرف دیگر مفصل وصل شده‌اند. ماهیچه‌ها با پیام‌های عصبی که از مغز و نخاع دریافت می‌کنند، منقبض و سبب حرکت استخوان‌ها می‌شوند. اگرچه ما حرکات خود را به طور ارادی انجام می‌دهیم، اما مغز می‌تواند دستور انجام یک سری از حرکات غیرارادی را بدهد؛ مثلاً ما می‌توانیم راه برویم بدون این که درباره‌ی آن فکر کنیم.

عمل ماهیچه‌ها هنگام حرکت

برای راست شدن زانو، ماهیچه‌های بالای ران منقبض می‌شوند و همزمان با آن، ماهیچه‌های پشت پا استراحت می‌کنند. دو گروه ماهیچه‌ای را که مخالف هم عمل می‌کنند، ماهیچه‌های متقابل می‌گویند. انقباض‌های ماهیچه‌های متقابل تأثیرات متفاوت دارند؛ مثلاً در مورد زانو، یک ماهیچه سبب راست شدن و دیگری سبب خم شدن آن می‌شود.

انواع دیگر ماهیچه

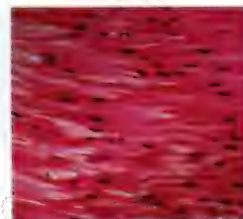
ماهیچه‌های اسکلتی تنها ماهیچه‌های بدن نیستند، دو نوع دیگر ماهیچه به نام ماهیچه‌های صاف و ماهیچه‌ی قلبی وجود دارند. برخلاف ماهیچه‌های اسکلتی، دو گروه اخیر بدون اراده فعالیت می‌کنند.

ماهیچه‌ی قلبی



ماهیچه‌ی قلبی در سراسر عمر بدون وقفه منقبض و سبب رانده شدن خون از قلب به درون شش‌ها و سایر اندام‌های بدن می‌شود. ماهیچه‌ی قلبی از شبکه‌ای از رشته‌های ماهیچه‌ای تشکیل شده است.

ماهیچه‌ی صاف



ماهیچه‌های صاف در دیواره‌ی بسیاری از اندام‌ها مثل مثانه، رحم و روده یافت می‌شوند. انقباض‌های ماهیچه‌های روده سبب جلو راندن غذا می‌شود. ماهیچه‌های صاف کوتاه و دوتی شکلند.

تار عصبی

شاخه‌ی انتهایی تار عصبی

ماهیچه‌ی چهار سر ران

و سایر ماهیچه‌های جلوی ران منقبض می‌شوند و زانو را راست می‌کنند

ماهیچه‌ی دو سر ران و سایر ماهیچه‌های پشت ران استراحت می‌کنند تا زانو راست شود

ماهیچه‌ی توام

استراحت می‌کند تا زانو راست شود

هنگامی که زانو راست می‌شود، ساق پا به طرف بالا حرکت می‌کند

دستگاه ماهیچه‌ای muscles

هنگامی که تار ماهیچه‌ای پیام عصبی را دریافت می‌کند، منقبض می‌شود

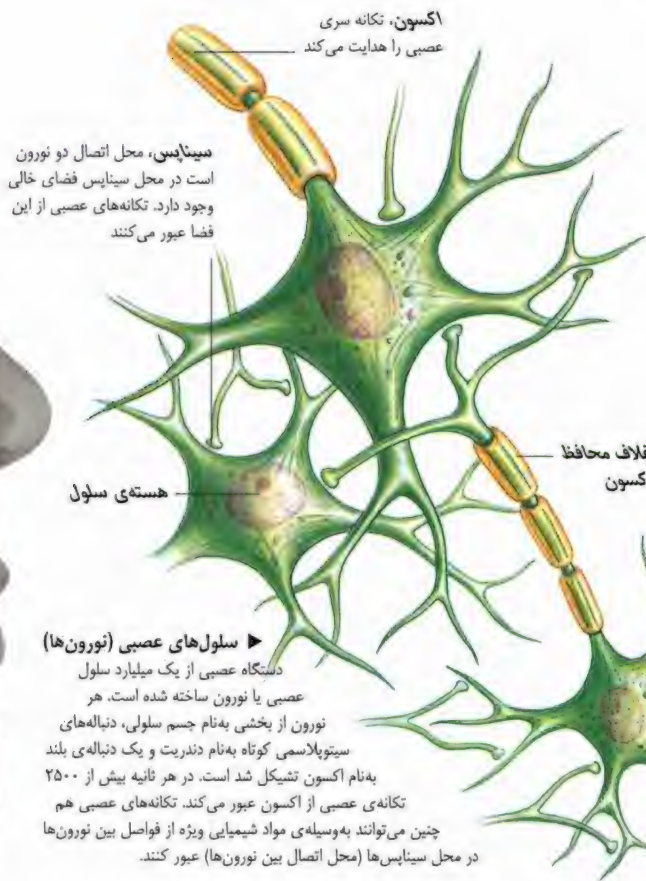
پایانه‌ی تار عصبی

اتصال عصب و ماهیچه

برای انجام یک حرکت، مغز به وسیله‌ی شبکه‌ای از رشته‌های عصبی، یک سری پیام‌های عصبی را برای انقباض به ماهیچه‌ها می‌فرستد. هر رشته‌ی عصبی قبل از این که به ماهیچه برسد، شاخه شاخه می‌شود. هر شاخه پیام عصبی را به یک تار ماهیچه‌ای می‌رساند. محل پیوستن تار عصبی به تار ماهیچه‌ای را اتصال عصب ماهیچه می‌گویند.

دستگاه عصبی

دستگاه عصبی مرکز کنترل اصلی اعمال بدن است. این دستگاه از دو بخش **دستگاه عصبی مرکزی (CNS)** و شبکه‌ای از **رشته‌های عصبی** که از دستگاه عصبی مرکزی به همه‌ی بخش‌های بدن کشیده شده‌اند، ساخته شده است. دستگاه عصبی اعمال ارادی مثل قدم زدن، صحبت کردن و **انعکاس‌ها** و اعمال غیرارادی مثل تنفس را کنترل می‌کند.



▲ بخش‌های دستگاه عصبی
دستگاه عصبی مرکزی شامل مغز و
نخاع است. بخش دیگری از دستگاه
عصبی، دستگاه عصبی پیرامونی نام
دارد و شامل رشته‌های عصبی است.
دستگاه عصبی پیرامونی شامل دوازده
جفت عصب که از مغز منشأ گرفته‌اند
(اعصاب مغزی)، و ۳۱ جفت عصب،
که از نخاع منشأ گرفته‌اند (اعصاب
نخاعی) است.

رشته‌های عصبی

رشته‌های عصبی یا اعصاب از دسته‌ای اکسون
سلول‌های عصبی درست شده‌اند. برخی از این
اکسون‌های عصبی اطلاعات مختلف را از گیرنده‌های
حسی در بخش‌های مختلف بدن جمع‌آوری می‌کنند
و به دستگاه عصبی مرکزی می‌آورند.
برخی دیگر از اکسون‌ها پیام‌های عصبی را از
دستگاه عصبی مرکزی برای انجام حرکت
به ماهیچه‌ها و یا برای ترشح هورمون به
غده‌های مختلف بدن می‌برند. بسیاری از
اکسون‌ها به وسیله‌ی لایه‌ای از چربی به نام
میلین پوشیده شده‌اند. تکانه‌های الکتریکی از
پوشش میلین عبور نمی‌کنند.

هیپوفیز، هورمون‌هایی را
می‌سازد و ترشحات هورمونی
سایر غده‌ها را تنظیم می‌کند

em

دستگاه عصبی
nerves

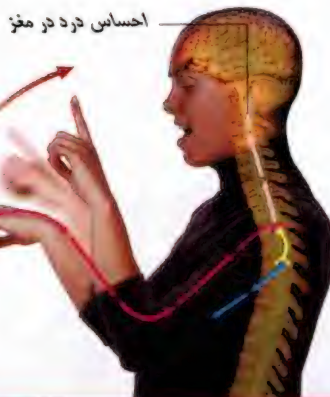
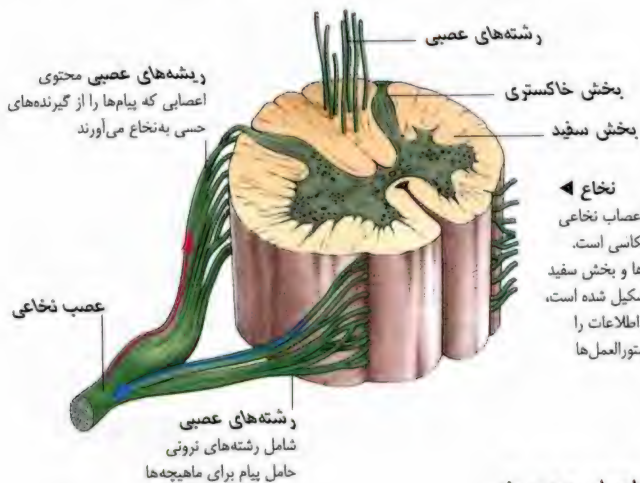
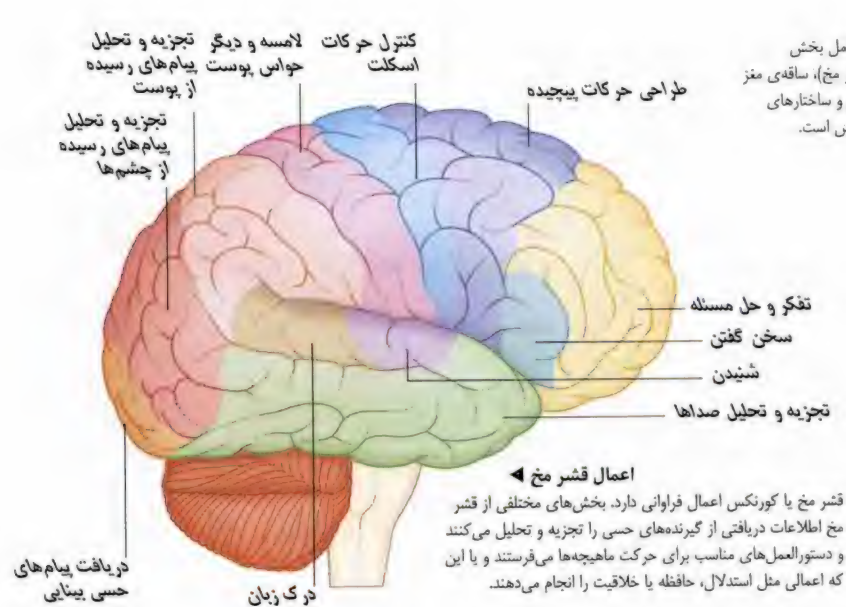
▶ ساختمان یک عصب (رشته‌ی عصبی)
بسیاری از رشته‌های عصبی از دسته‌های
اکسون درست شده‌اند. سرعت عبور پیام‌های
عصبی از یک عصب به قطر آن و داشتن یا
نداشتن پوشش میلین اکسون‌ها بستگی دارد.
اکسون‌های میلین‌دار پیام عصبی را با سرعت ۳۵۰
کیلومتر در ساعت هدایت می‌کنند.

بافت پیوندی



دستگاه عصبی مرکزی

دستگاه عصبی مرکزی دو وظیفه اصلی دارد. یکی تجزیه و تحلیل اطلاعاتی که از محیط اطراف می‌رسد (مثل اطلاعاتی که از اندامی مثل چشم دریافت شده است) و دیگری اطلاعاتی که از بخش‌های مختلف درون بدن دریافت می‌شود (اطلاعاتی که از گیرنده‌های حسی داخلی دریافت شده است). نقش دیگر دستگاه عصبی مرکزی ارسال دستورالعمل‌هایی مثل فرمان حرکت است که بدن را محافظت و نگهداری می‌کند. برخی از فعالیت‌های دستگاه عصبی مرکزی اعمال انعکاسی کاملاً ساده هستند، اما بسیاری از فعالیت‌هایی که در مخ انجام می‌گیرد، ارادی و پیچیده‌اند.



یک عمل انعکاسی ساده

در یک انعکاس ساده اطلاعات از محل تحریک شده، در این جا انگشتان، به دستگاه عصبی مرکزی می‌رسد (پیکان‌های قرمز رنگ) و سبب فعال شدن یک واکنش سریع، در این جا انقباض ماهیچه‌های دست (پیکان‌های آبی رنگ) و کشیدن آن به عقب می‌شود. در این انعکاس فقط دو سلول عصبی و نخاع شرکت دارند. اما سرانجام پیام‌های عصبی نیز به مغز می‌روند و درد احساس می‌شود.

مخچه، سبب حفظ تعادل و شکل کلی بدن و تنظیم حرکت می‌شود

تالاموس، پیام‌های حسی را تقویت می‌کند

استخوان جمجمه، حافظت از مغز را به عهده دارد

ساقه‌ی مغز، فعالیت‌های حیاتی اساسی مثل تنفس و ضربان قلب را تنظیم می‌کند

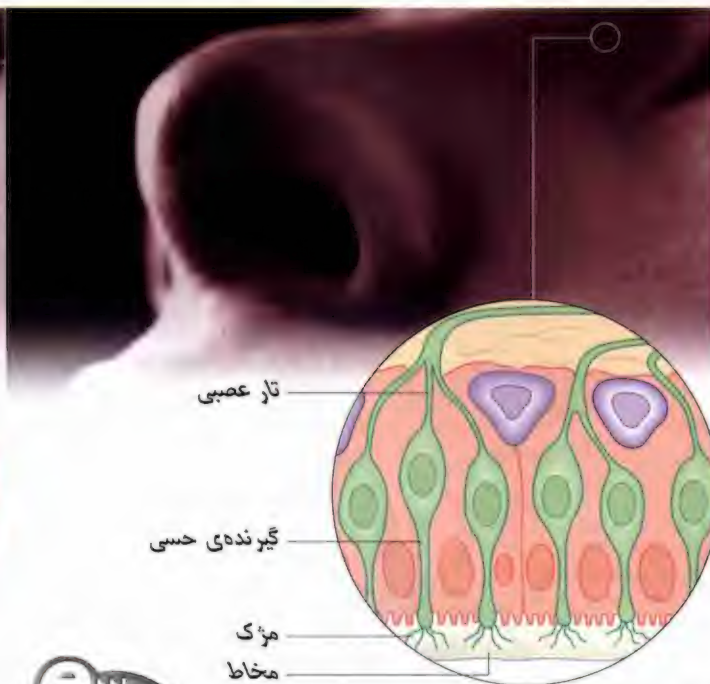
نخاع، از مغز تا انتهای ستون مهره امتداد دارد

انعکاس‌ها

انعکاس یا بازتاب، به عنوان ساده‌ترین عمل عصبی، پاسخی سریع و غیر ارادی است که دستگاه عصبی نسبت به یک محرک می‌دهد. مثل برخورد پوست به یک جسم داغ. در بُعد وسیع‌تر، انعکاس‌ها پاسخ‌های غیر ارادی هستند که دستگاه عصبی به یک سری از محرک‌ها می‌دهد و سبب انجام فعالیت‌های زیادی در اندام‌های بدن، مثلاً تنظیم ضربان قلب، می‌شود. بخشی از دستگاه عصبی که دستگاه عصبی خود مختار نامیده می‌شود، چنین اعمالی را در سراسر بدن کنترل می‌کند.

بویایی

آدمی دارای حس بویایی خیلی قوی است. ما می‌توانیم هزاران نوع بو را تشخیص دهیم. این توانایی به وجود گیرنده‌های حسی ویژه‌ای در بخش بالای بینی وابسته است. هنگامی که گیرنده‌های حسی بویایی به وسیله مولکول‌های بو تحریک می‌شوند، پیام‌های حسی را به مغز می‌فرستند. گاهی اوقات مولکول‌های بو به مراکز حسی نمی‌رسند و در چنین حالتی، بو کشیدن سبب کمک به رسیدن بو به مراکز حسی می‌شود.



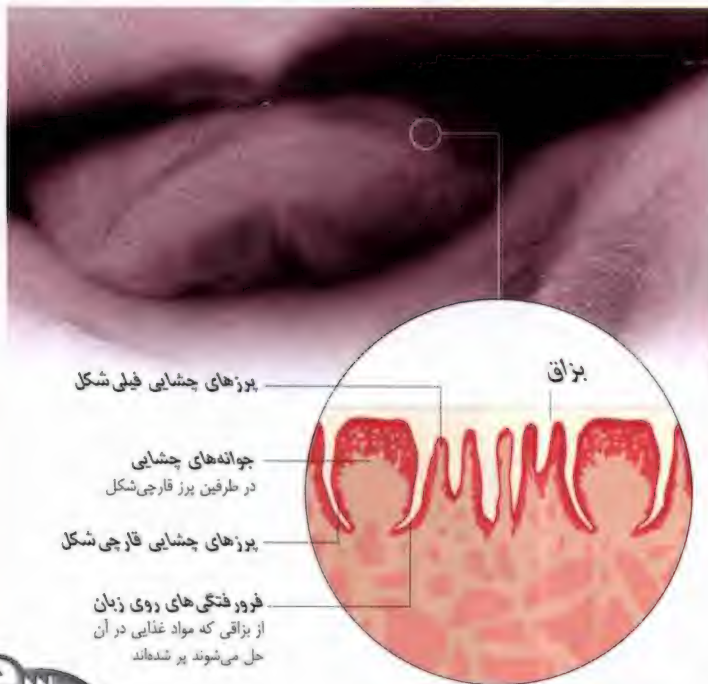
▲ گیرنده‌های حسی بو در سقف بینی

سلول‌های گیرنده‌ی بو، سلول‌های عصبی اختصاص یافته‌اند. هر سلول گیرنده‌ی بویایی مژک‌های کوچکی دارد که در فضای بالای حفره‌ی بینی قرار گرفته‌اند. یک تار عصبی از انتهای دیگر هر گیرنده‌ی بویایی بیرون آمده است. این تارهای عصبی به هم می‌پیوندند و عصب بویایی را می‌سازند.



چشایی

ما می‌توانیم مزه‌ی مواد غذایی و نوشیدنی را به کمک حدود ۱۰/۰۰۰ جوانه‌ی چشایی بر روی ساختارهایی به نام پرزهای چشایی، حس کنیم. این گیرنده‌های حسی پیام عصبی را برای تفسیر به مرکز عصبی می‌فرستند. چهار مزه‌ی اصلی - شیرینی، شوری، ترشی و تلخی - به وسیله‌ی جوانه‌های چشایی در چهار نقطه‌ی زبان احساس می‌شوند. حس چشایی و بویایی برای تشخیص مزه و بوی مواد با یکدیگر همکاری دارند.



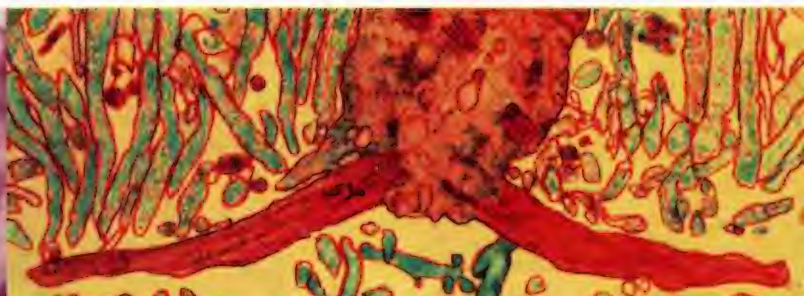
▲ پرزهای چشایی روی زبان

پرزهای چشایی برجستگی‌های کوچکی بر روی زبان هستند. پرزهای چشایی قارچی شکل و دیگر انواع پرزهای چشایی همگی حاوی جوانه‌های چشایی هستند. انواعی از پرزهای چشایی کوچک‌تر رشته‌ای شکل، جوانه چشایی ندارند، ولی سبب ناصافی سطح زبان می‌شوند که به جابه‌جا کردن غذا توسط زبان در داخل دهان کمک می‌کنند.



▲ گیرنده‌های حسی مزه در جوانه‌های چشایی

هر جوانه‌ی چشایی دارای تعدادی گیرنده حسی چشایی است. از هر سلول چشایی مژک‌هایی بیرون زده‌اند. مولکول‌های مواد غذایی و نوشیدنی‌ها ابتدا در بزاق حل می‌شوند و سپس با تحریک مژک‌ها سبب ایجاد پیام عصبی در گیرنده‌ها و ارسال آن به مغز می‌شوند.

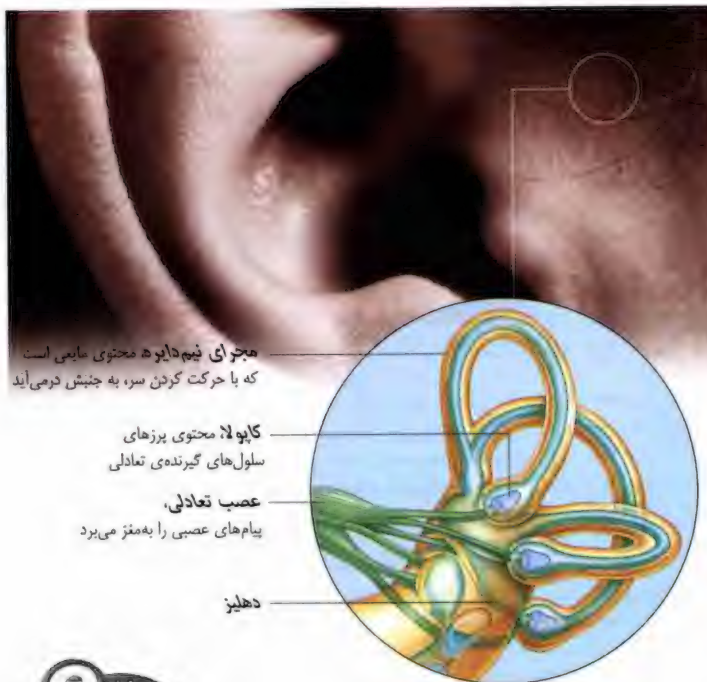


▲ مژک‌های گیرنده‌های حسی بویایی

مژک‌ها به وسیله‌ی مقدار جزئی مولکول‌های بو در هوا تحریک می‌شوند. مولکول‌های بو ابتدا به وسیله‌ی مایع مخاط جذب می‌شوند و سپس با تحریک مژک‌ها، پیام‌های حسی به وجود می‌آیند.

تبادل

حفظ تبادل یک حس درونی و وابسته به گیرنده‌های حسی است که موقعیت سر و بدن را مشخص می‌کنند. حس تبادل نقش اساسی در ایستادن و حرکت کردن ما دارد و از افتادن ما جلوگیری می‌کند. مجرای نیم‌دایره در گوش میانی و عصب تعادلی اطلاعات مربوط به حرکت و موقعیت سر را تعیین می‌کنند. از ترکیب این اطلاعات و پیام‌هایی که از چشم‌ها می‌آید، تبادل بدن حفظ می‌شود.



▲ دستگاه تعادلی در گوش داخلی

حرکات چرخشی سر، سبب تحریک پرزهای سلول‌های گیرنده‌ای که در ساختاری به نام کاپولا در مجرای نیم‌دایره‌ی گوش قرار دارند، می‌شود و خم شدن سر و موقعیت آن، به وسیله‌ی پرزهای سلول‌های گیرنده در دهلیز گوش میانی مشخص می‌گردد.

شنوایی

گوش‌های ما سبب می‌شوند بتوانیم امواج صوتی مختلفی را که با فشارهای متفاوت در هوا منتشر می‌شوند، بشنویم. امواج صوتی پس از ورود به گوش و گذشتن از چند بخش به حلزون گوش میانی می‌رسند. با تحریک گیرنده‌های شنوایی در این بخش، پیام‌های عصبی تولید می‌شوند که به مغز می‌روند. گوش آدمی می‌تواند طیف وسیعی از صداهای زیر و بم، از صدای جیرجیر یک موش تا خروش عبور یک هواپیمای جت را احساس کند.



▲ دستگاه شنوایی گوش

گوش خارجی (لاله‌ی گوش) سبب جمع‌آوری امواج صوتی و هدایت آن‌ها به درون مجرای شنوایی می‌شود. امواج صوتی سبب به ارتعاش درآمدن پرده‌ی صماخ در انتهای مجرای شنوایی می‌شوند. ارتعاش پرده‌ی صماخ سبب انتقال امواج صوتی از طریق سه استخوان کوچک گوش میانی به حلزون گوش درونی می‌شود.



▲ اتولیت در دهلیز

این بلورهای ریز اتولیت نامیده می‌شوند و به پرزهای سلول‌های گیرنده در دهلیز گوش چسبیده‌اند. هنگامی که سر خم می‌شود، اتولیت‌ها حرکت می‌کنند و سبب خم شدن پرزهای سلول‌های گیرنده می‌شوند که سبب ایجاد پیام عصبی در این سلول‌ها و ارسال آن به مغز می‌گردد.

▲ گیرنده‌های حسی شنوایی در حلزون

درون حلزون، امواج صوتی پرزهای سلول‌های گیرنده‌های شنوایی را تحریک می‌کند که در نتیجه، در گیرنده‌های شنوایی پیام عصبی تولید می‌شود. پیام‌های عصبی تولید شده به مغز می‌روند و در آن‌جا کیفیت صدا تشخیص داده می‌شود.

بینایی

در تمام مدت بیداری چشم‌های ما دائماً فعالند و اطلاعات دنیای اطراف را جمع‌آوری می‌کنند. این اطلاعات پس از رسیدن به مغز تجزیه و تحلیل می‌شوند و ما می‌توانیم جزئیات تصاویر اطراف خود را درک کنیم. ما می‌توانیم فاصله‌ها را تشخیص دهیم، در نور کم و روشنایی ببینیم و دید رنگی داشته باشیم. برای دیدن اجسام، پرتوهای نورانی منعکس شده از آن‌ها باید به بخش درونی کره‌ی چشم برسد. در این‌جا پیام‌های عصبی تولید می‌شود که برای تفسیر به مغز فرستاده می‌شوند.

زجاجیه، مایع شفاف و ژله‌مانندی که کره‌ی چشم را پر می‌کند

ماهیهی مژگی،

با انقباض و انبساط خود سبب تغییر قطر مردمک می‌شود

قرنیه، ساختار شفافی است که به تمرکز نور بر روی شبکیه کمک می‌کند

لایه‌ی مخاطی

بسیار نازکی که روی قرنیه را می‌پوشاند

عدسی چشم

با تغییر شکل خود سبب می‌شود پرتوهای نور روی شبکیه متمرکز شوند

تغییرات مردمک چشم

بزرگ شدن



در نور کم و یا هنگامی که به اجسام دور نگاه می‌کنیم، قطر مردمک افزایش می‌یابد. بزرگ شدن قطر مردمک ناشی از انقباض ماهیچه‌های عنبیه است. باز شدن قطر مردمک سبب می‌شود که مقدار نور بیشتری به درون چشم راه یابد.

کوچک شدن



در نور زیاد و یا هنگامی که به اجسام نزدیک نگاه می‌کنیم قطر مردمک کوچک می‌شود. کوچک شدن قطر مردمک ناشی از انقباض ماهیچه‌های حلقوی اطراف آن یا عنبیه (بخش رنگی اطراف مردمک) است. کاهش قطر مردمک سبب کم شدن مقدار ورود نور به چشم می‌شود.

بخش‌های مختلف چشم

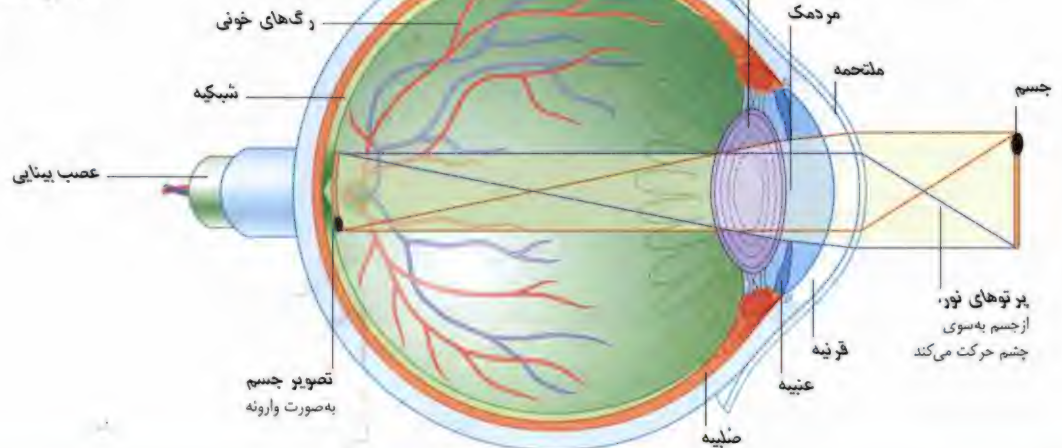
چشم‌ها در دو حفره‌ی مجامعه به نام حلقه‌ی چشم قرار گرفته‌اند. پرتوهای نور پس از ورود به چشم از قرنیه، عدسی و زجاجیه (مایعی که کره‌ی چشم را پر کرده است) می‌گذرند و به شبکیه می‌روند. پیام‌های عصبی که توسط سلول‌های گیرنده‌ی شبکیه ایجاد می‌شوند، توسط عصب بینایی به مغز برده می‌شوند. دو طرف هر کره‌ی چشم، شش ماهیچه کوچک وجود دارد که انقباض و انبساط این ماهیچه‌ها سبب حرکات کره‌ی چشم در جهات مختلف درون حلقه‌ی آن می‌شود.

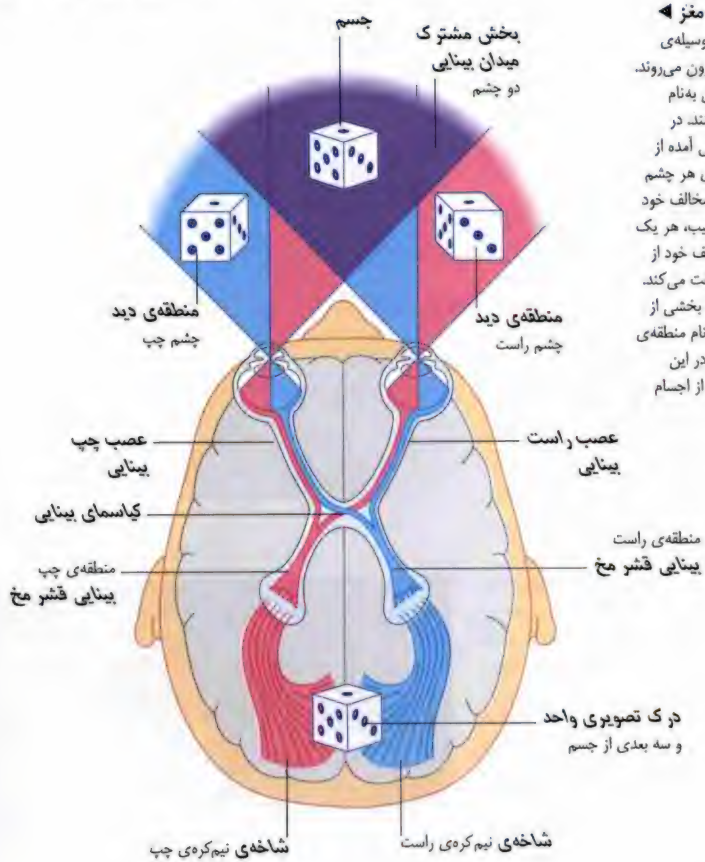


مردمک، سوراخی سیاه در وسط عنبیه

عنبیه، مقدار نور ورودی به چشم را کنترل و رنگ چشم را تعیین می‌کند

ماهیچه‌های مورب زیرین، بخش جلوی چشم را به بالا و خارج می‌کشند





از چشم تا مغز

پیام‌های عصبی بینایی به‌وسیله‌ی اعصاب بینایی از چشم بیرون می‌روند. اعصاب هر چشم در محلی به‌نام کیاسما با هم تلاقی می‌کنند. در این محل رشته‌های عصبی آمده از بخش‌های داخلی شبکیه‌ی هر چشم اطلاعات خود را به‌طرف مخالف خود در مغز می‌برند. به این ترتیب، هر یک از نیم‌کره‌های مخ از مخالف خود از هر چشم پیام عصبی دریافت می‌کند. اعصاب بینایی سرانجام به بخشی از ناحیه‌ی پس‌سری مخ، به‌نام منطقی بینایی قشر مخ، می‌رسند. در این مرحله تصویری سه بعدی از اجسام درک می‌شود.

ماه‌چشمی راست بالایی، چشم را به‌طرف بالا حرکت می‌دهد.

عصب بینایی، در محل نقطه‌ی کور از چشم خارج می‌شود.

نقطه‌ی کور، در این قسمت سلول گیرنده وجود ندارد.

صلبیه، لایه‌ی ضخیم و سفید کره چشم است.

مشیمیه، لایه‌ی سیاه و محتوی رگ‌های خونی است.

شبکیه، لایه‌ی داخلی چشم و محتوی میلیون‌ها سلول گیرنده‌ی نوری است.

ماه‌چشمی مستقیم میانی، کره‌ی چشم را به‌طرف بینی حرکت می‌دهد.

دید رنگی

شبکیه دارای دو نوع سلول گیرنده‌ی بینایی مخروطی و استوانه‌ای است. سلول‌های مخروطی شکل نسبت به رنگ‌ها حساسند. سه نوع سلول مخروطی وجود دارد که هر کدام از آن‌ها به طیف متفاوتی از طول موج‌های نور (رنگ) حساس است. هر نوع سلول مخروطی یک پیام عصبی به مخ می‌فرستد. از تلفیق پیام‌های رسیده با یک دیگر در قشر مخ جزئیات رنگ‌های یک جسم تشخیص داده می‌شود.

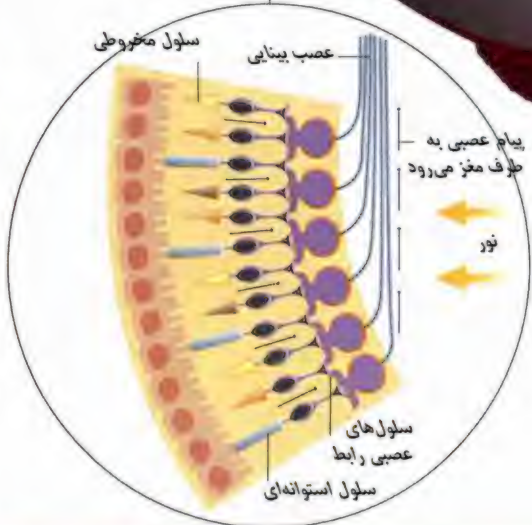


▲ سلول‌های استوانه‌ای و مخروطی

در شبکیه هر چشم تعداد بی‌شماری سلول‌های استوانه‌ای شکل (در شکل بالا به رنگ خاکستری) وجود دارد. تعداد سلول‌های استوانه‌ای ۱۷ برابر تعداد سلول‌های مخروطی است. گیرنده‌های مخروطی فقط در نور زیاد فعالیت دارند ولی گیرنده‌های استوانه‌ای به‌نور کم پاسخ می‌دهند. برخلاف گیرنده‌های مخروطی، گیرنده‌های استوانه‌ای فقط یک شکل دارند. سلول‌های استوانه‌ای مسئول تشخیص رنگ‌های سیاه و سفیدند که ما در نور کم تشخیص می‌دهیم.

► چگونگی واکنش شبکیه به نور

هنگامی که پرتوهای نورانی به چشم می‌رسند، در مواد جذب‌کننده‌ی نور در سلول‌های گیرنده‌ی مخروطی و استوانه‌ای تغییراتی می‌دهند. این تغییرات سبب ایجاد پیام عصبی در این سلول‌ها می‌شود. سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای به گروهی از سلول‌های رابط عصبی می‌پیوندند و از طریق این سلول‌ها، پیام‌های عصبی بینایی به‌مغز می‌روند.

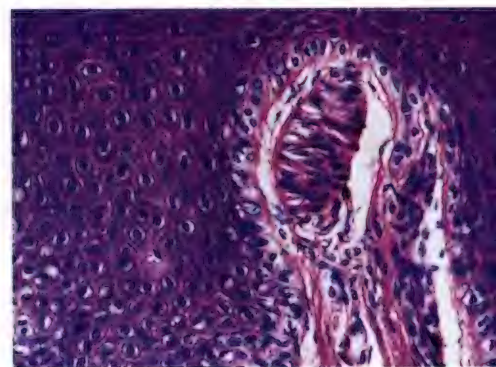


حس لامسه دارای گیرنده‌های ویژه‌ای است که در سراسر پوست پراکنده‌اند. گیرنده‌های پوست سبب می‌شوند ما بتوانیم درد ناشی از سوختگی لمس جسم داغی مثل اتو تا نرمی تماس یک پَر با پوست خود را احساس کنیم. گیرنده‌های پوست پیام‌های حسی را به نخاع و سپس برای تجزیه و تحلیل به مخ می‌فرستند.



▶ گیرنده‌های لمس

گیرنده‌های لمس پایانه‌ی تخصص یافته‌ی انتهای تارهای عصبی‌اند، بن‌های مایسنر، مثل شکل سمت راست، گیرنده‌های حس لامسه‌اند و در بخش‌هایی از پوست که فاقد مو هستند، مثل لب‌ها، نوک انگشتان و کف دست، وجود دارند. انواع دیگری از گیرنده‌های حسی در پوست وجود دارند که به تغییرات فشار، کشش، ارتعاش و حرکت موها حساسند.



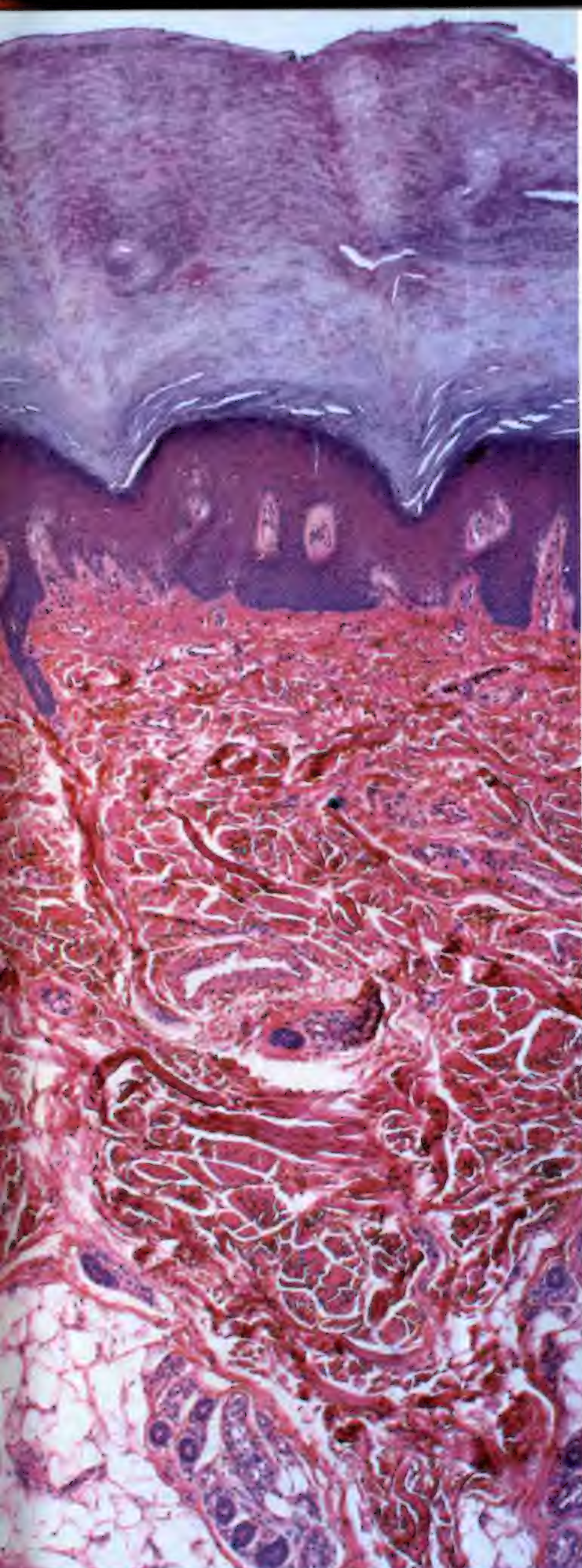
◀ شیارهای انگشت

برخی از نقاط پوست مثل نوک انگشتان و کف دست شیار دارند. این شیارها به گرفتن اشیاء و لمس کمک می‌کنند (در این محل‌ها گیرنده‌های بیش‌تری وجود دارد). طرح شیارها و فرو رفتگی‌های انگشتان برای هر نفر ویژه‌ی خود اوست، به گونه‌ای که از طرح شیارهای انگشت هر فرد به هویت او می‌توان پی برد. در این تصویر بزرگ شده نمونه‌ای از شیارهای نوک انگشت نشان داده است، که طرح شیارهای حلقه‌ای نام دارد.



▼ خط بریل

یک فرانسوی به نام لوئیس بریل در قرن نوزدهم نوعی خط را طراحی کرد که به کمک آن، افراد نابینا نیز می‌توانند بخوانند. هر کلمه به صورت مجموعه‌ای از نقاط برجسته ثبت می‌شود شخص نابینا با لمس این نقاط، کلمه را تشخیص می‌دهد. توانایی خواندن خط بریل به حساسیت زیاد نوک انگشتان دست وابسته است.

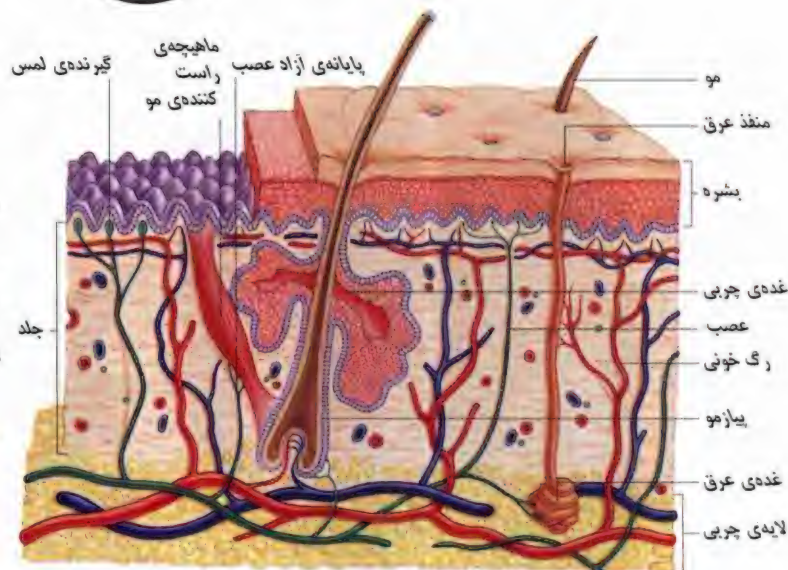


پوست

پوست بدن همراه با مو و ناخن پوشش محافظی را در روی بدن درست می‌کند که آن را از تاثیر سوء پرتوهای خورشیدی حفظ می‌کند. پوست هم چنین به عنوان اولین سد دفاعی بدن در برابر ورود میکروب‌ها، کنترل میزان آب بدن، تنظیم دمای بدن و حس لامسه نقش اساسی دارد.

لایه‌های پوست

پوست دارای دو لایه‌ی اساسی بشره و جلد است. بشره‌ی پوست شامل یک لایه از سلول‌های مرده و یک لایه‌ی زنده است. سلول‌های مرده‌ی لایه رویی به تدریج می‌ریزند و به وسیله سلول‌های زیرین جایگزین می‌شوند. در زیر بشره، لایه‌ی ضخیم جلد قرار دارد که به وسیله‌ی لایه‌ای از بافت چربی عایق از بخش‌های زیرین جدا شده است.



بخش‌های پوست

اجزای زیادی مثل رگ‌های خونی، عصب، پیاز مو و غدد عرق در جلد وجود دارند. برخی از پایانه‌های تارهای عصبی آزادند ولی گیرنده‌های دیگر مثل گیرنده‌های فشار لمس و تغییرات دما این طور نیستند.

منفذ عرق

غده‌های عرق، مایع شوری را ترشح می‌کنند که از راه منفذ عرق، مثل شکل سمت چپ، به سطح پوست می‌رسد. اطراف منفذ عرق به وسیله سلول‌های مرده‌ی بشره احاطه شده است. عرق در سطح پوست تخیر و سبب پایین آمدن دمای بدن می‌شود. عرق همچنین سبب دفع آب اضافی بدن و برخی دیگر از مواد زاید می‌شود.

تنظیم دما

رگ‌های خونی، موها و غده‌های عرق پوست با کمک یک دیگر سبب تنظیم دمای بدن می‌شوند، هنگام احساس گرما، غده‌های عرق فعالیت بیشتری می‌کنند و رگ‌های خونی قوی‌تر می‌شوند تا خون بیشتری به سطح پوست برسد و در آن جا خنک شود. هنگام احساس سرما عکس این حالت رخ می‌دهد. علاوه بر این، انقباض مایه‌چده‌های کوچکی که به فولیکول مو چسبیده‌اند سبب راست شدن مو می‌شود و لایه‌ی نسبتاً عایقی را روی پوست به وجود می‌آورد.

مایه‌چده‌ی راست کننده‌ی مو

که انقباض آن سبب سیخ شدن مو می‌شود

ریشه‌ی مو که از رشته‌های پروتئینی قوی (کراتین) ساخته شده است

دیواره‌ی پیاز مو

غده‌ی چربی، ماده‌ی چربی

ترشح می‌کند که سبب نرم شدن پوست و مو می‌شود

پیاز مو

هر مو از بخشی به نام پیاز مو رشد می‌کند و اطراف هر مو به وسیله‌ی بافت بشره احاطه شده است و تا درون جلد امتداد دارد. این شکل میکروسکوپی از فولیکول مو، ۳۰۰ بار بزرگ‌تر شده است. هر مو ابتدا رشد می‌کند، سپس رشد آن متوقف و بعد از آن می‌ریزد. به طور معمول، ریزش مو ناشی از رویش موی جدید در زیر آن است. معمولاً در هر روز حدود ۱۰۰ مو از سر می‌ریزد و به جای آن موی جدید می‌روید.

کوتیکول

صفحه‌ی ناخن

بستر ناخن

لایه‌ی زاینده

استخوان

چربی

ناخن

انتهای انگشتان دست و پا با ناخن پوشیده شده است. این صفحات محکم که عمدتاً از کراتین ساخته شده‌اند از پوست انگشتان محافظت می‌کنند (کراتین پروتئینی است که در مو و پوست وجود دارد). ناخن از رشد سلول‌های زنده‌ای به نام لایه‌ی زاینده که در زیر بخشی از پوست به نام کوتیکول قرار دارد، به وجود می‌آید.

دستگاه گردش خون

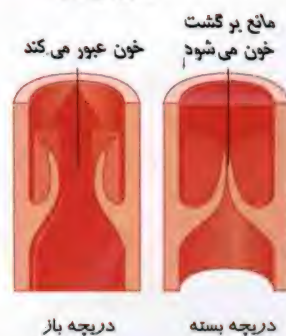
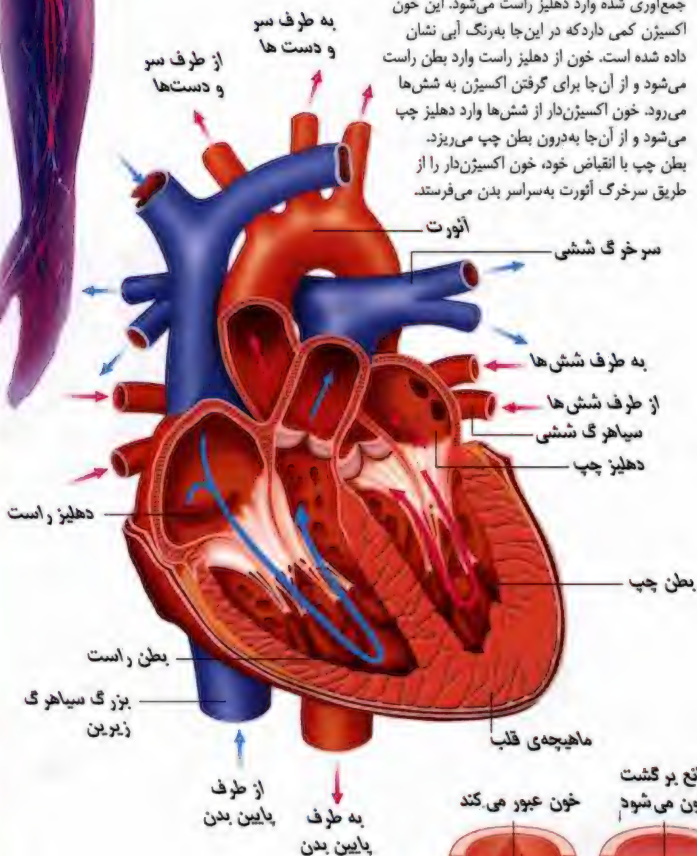
دستگاه گردش خون از یک اندام ماهیچه‌ای به نام **قلب** و شبکه‌ای از **رگ‌های خونی** که در تمام بخش‌های بدن پراکنده‌اند، ساخته شده است. قلب دائماً با حرکت تلمبه‌ای خود **خون** را به درون رگ‌های بدن می‌راند. خون اکسیژن و مواد غذایی مورد نیاز را به تمام بافت‌ها و اندام‌های بدن می‌برد و مواد زاید را از آن‌ها دور می‌کند. یک فرد بالغ با قد و وزن معمولی حدود ۵ لیتر خون دارد.

قلب

قلب در تمام عمر بدون خستگی کار می‌کند - بیش از ۱۰۰۰ میلیارد بار در طول عمر متوسط یک فرد - و خون را به سراسر بدن می‌فرستد. عامل انقباض‌های قلب تکانه‌های الکتریکی است که توسط بافت ویژه‌ای در قلب ایجاد می‌شوند. تکانه‌های الکتریکی در سراسر ماهیچه‌ی دیواره‌ی قلب به وسیله‌ی شبکه‌ای از الیاف هادی پخش می‌شوند.

ساختار درونی قلب

قلب دارای دو حفره‌ی بالایی به نام دهلیز و دو حفره‌ی پایینی به نام بطن است. خونی که از سراسر بدن جمع‌آوری شده وارد دهلیز راست می‌شود. این خون اکسیژن کمی دارد که در این جا به رنگ آبی نشان داده شده است. خون از دهلیز راست وارد بطن راست می‌شود و از آن جا برای گرفتن اکسیژن به شش‌ها می‌رود. خون اکسیژن‌دار از شش‌ها وارد دهلیز چپ می‌شود و از آن جا به درون بطن چپ می‌ریزد. بطن چپ با انقباض خود، خون اکسیژن‌دار را از طریق سرخرگ آئورت به سراسر بدن می‌فرستد.



دریچه‌های قلب

در محل خروج هر یک از حفره‌های قلب یک دریچه وجود دارد که کارش یک طرفه کردن جریان خون به داخل قلب و یا از قلب به بیرون است. هر دریچه از قسمت‌هایی ساخته شده است که با فشار خون از یک سمت باز می‌شود و به خون اجازه‌ی عبور می‌دهد وانی مانع بازگشت خون می‌شود؛ یعنی جریان خون را یک طرفه می‌کند. هر دریچه از سه قسمت (لخت) تشکیل شده است به جز دریچه‌ی بین دهلیز و بطن چپ که دو لختی است.

گردش خون مغزی، شامل تمام رگ‌های خونی مغز است

سرخرگ کاروتید داخلی، خون را به مغز می‌برد

سیاهرگ داخلی گردن، خون را از مغز پایین می‌آورد

بزرگ سیاهرگ زیرین، خون بخش‌های بالایی بدن را به قلب می‌آورد

آئورت، بزرگ‌ترین سرخرگ بدن است، که تمام خون قلب وارد آن می‌شود

گردش خون ششی، خون را از قلب به شش می‌برد و از شش‌ها به قلب می‌آورد

قلب، تلمبه‌ای که خون را به گردش درمی‌آورد

بزرگ سیاهرگ زیرین، خون بخش‌های پایینی بدن را به قلب باز می‌گرداند

آئورت پایین ریه، خون را به بخش‌های پایین بدن می‌برد

سرخرگ ران، خون را به طرف پاها می‌برد

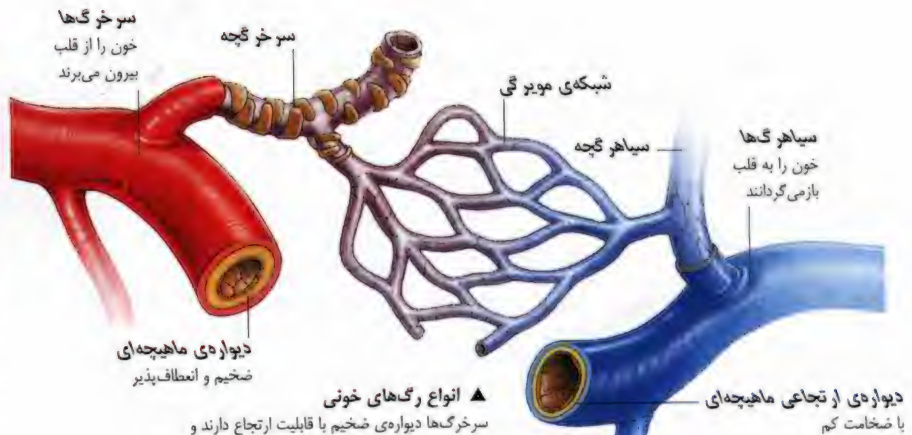
سیاهرگ ران، خون را از پاها به طرف قلب می‌برد

بخش‌های دستگاه گردش خون

تمام خونی که از بطن چپ بیرون می‌رود، وارد بزرگ‌ترین سرخرگ بدن، یعنی سرخرگ آئورت می‌شود. بقیه سرخرگ‌ها از آئورت جدا می‌شوند و خون را به سر، دست‌ها و پاها و همه‌ی اندام‌های داخلی بدن می‌برند. خون تمام اندام‌های بدن به وسیله‌ی دو سیاهرگ به نام بزرگ سیاهرگ زیرین و بزرگ سیاهرگ زبرین از پشت قلب، وارد طرف راست آن می‌شود.

رگ‌های خونی

اگر رگ‌های خونی بدن یک فرد بالغ را در امتداد یک دیگر قرار دهیم، طول آن‌ها به بیش از ۱۰۰/۰۰۰ کیلومتر می‌رسد. سه نوع رگ خونی وجود دارد: سرخرگ‌ها، رگ‌هایی هستند که خون را از قلب بیرون می‌برند؛ سیاهرگ‌ها، رگ‌هایی هستند که خون را به قلب باز می‌گردانند؛ و سومین نوع رگ‌ها، مویرگ‌ها هستند که شبکه‌ای ارتباطی بین کوچک‌ترین سرخرگ‌ها و کوچک‌ترین سیاهرگ‌ها را تشکیل می‌دهند.



▲ شبکه‌ی مویرگی در کیسه‌ی صفرا

رگ بزرگی که در این تصویر میکروسکوپی دیده می‌شود یک سرخرگ کوچک است که کاملاً به وسیله مویرگ‌ها احاطه شده است. فواصل موجود در دیواره‌ی نازک مویرگ‌ها امکان تبادل مواد را فراهم می‌کند. مویرگ‌ها از یک سو اکسیژن و مواد غذایی را به سلول‌های بدن می‌رسانند و از سوی دیگر، مواد زائد تولید شده را از آن‌ها دور می‌کنند.

گلبول‌های قرمز

به شکل کره‌هایی هستند که در طرفین فرو رفته‌اند و خاصیت ارتجاعی دارند

خون از دو بخش، یکی مایعی بی‌رنگ به نام پلاسما و دیگری تعداد بی‌شمار سلول‌های خونی شناور، تشکیل شده است. سلول‌های خونی، شامل گلبول‌های قرمز و سفیدند. گلبول‌های قرمز حمل اکسیژن به بافت‌های بدن را به عهده دارند و وظیفه گلبول‌های سفید کمک به دفاع از بدن در برابر عوامل بیماری‌زا است. خون هم‌چنین مواد غذایی برای سلول‌ها، پروتئین‌های لازم برای انعقاد خون و مواد دفعی ناشی از فعالیت سلول‌ها را حمل

سلول‌های خون

یک قطره‌ی خون، حاوی میلیون‌ها گلبول قرمز است و هر گلبول قرمز حاوی ۲۵۰ میلیون مولکول از ماده‌ای به نام هموگلوبین است. در شش‌ها اکسیژن به هموگلوبین می‌پیوندد و در جوار بافت‌ها، اکسیژن از هموگلوبین جدا می‌شود. چند نوع گلبول سفید وجود دارد که همگی آن‌ها برای دستگاه ایمنی بدن بسیار مهمند. پلاکت‌ها سلول‌های کوچکی هستند که وجودشان برای انعقاد خون ضروری است.



هموگلوبین‌ها در گلبول‌های قرمز قرار دارند و وظیفه آن‌ها حمل اکسیژن است



▲ انعقاد خون

هنگامی که رگی صدمه ببیند، انعقاد خون مانع خونریزی می‌شود. ابتدا پلاکت‌ها به هم می‌چسبند و تشکیل سدی را می‌دهند که جلوی خونریزی را می‌گیرد، در همین حال واکنش‌های شیمیایی پیچیده‌ای رخ می‌دهد که سبب تولید رشته‌های پروتئینی به نام فیبرین می‌شود. رشته‌های فیبرین سلول‌های خون و ذرات دیگر را به هم می‌چسبانند و تشکیل توده‌ای زله مانند به نام لخته می‌دهند که به تدریج جامد می‌شود. لخته آن قدر در محل جراحت باقی می‌ماند تا رگ خونی ترمیم شود.

گلبول‌های سفید به شکل‌های مختلفی دیده می‌شوند

پلاکت‌ها

کوچک و تخم مرغی شکل‌اند

دستگاه گردش خون circulation

دستگاه تنفس

دستگاه تنفس اکسیژن مورد نیاز سلول‌های بدن را تامین و دی‌اکسید کربن را از بدن دفع می‌کند. نقش اصلی را در دستگاه تنفس، شش‌ها بازی می‌کنند و دو اندامی که در قفسه‌ی سینه قرار دارند و رابطه نزدیکی با دستگاه گردش خون دارند، به ورود هوا به شش‌ها و خروج آن تنفس می‌گویند. دستگاه تنفس همچنین نقش اساسی در تکلم دارد.



▲ رگ‌های خونی شش‌ها

خون به وسیله‌ی سرخرگ‌های ششی از قلب به شش‌ها می‌رسد. بخش‌های قرمز تیره انشعابات سرخرگ‌های ششی در دو شش هستند. سرخرگ‌های ششی به انشعابات بسیاری تقسیم می‌شوند و تشکیل شبکه‌ای از رگ‌ها را می‌دهند که خون را به کیسه‌های هوایی می‌رسانند. در کیسه‌های هوایی، اکسیژن وارد خون و دی‌اکسید کربن آن گرفته می‌شود.

انتهای یک نایزک

مویرگ

حاوی خون غنی از اکسیژن

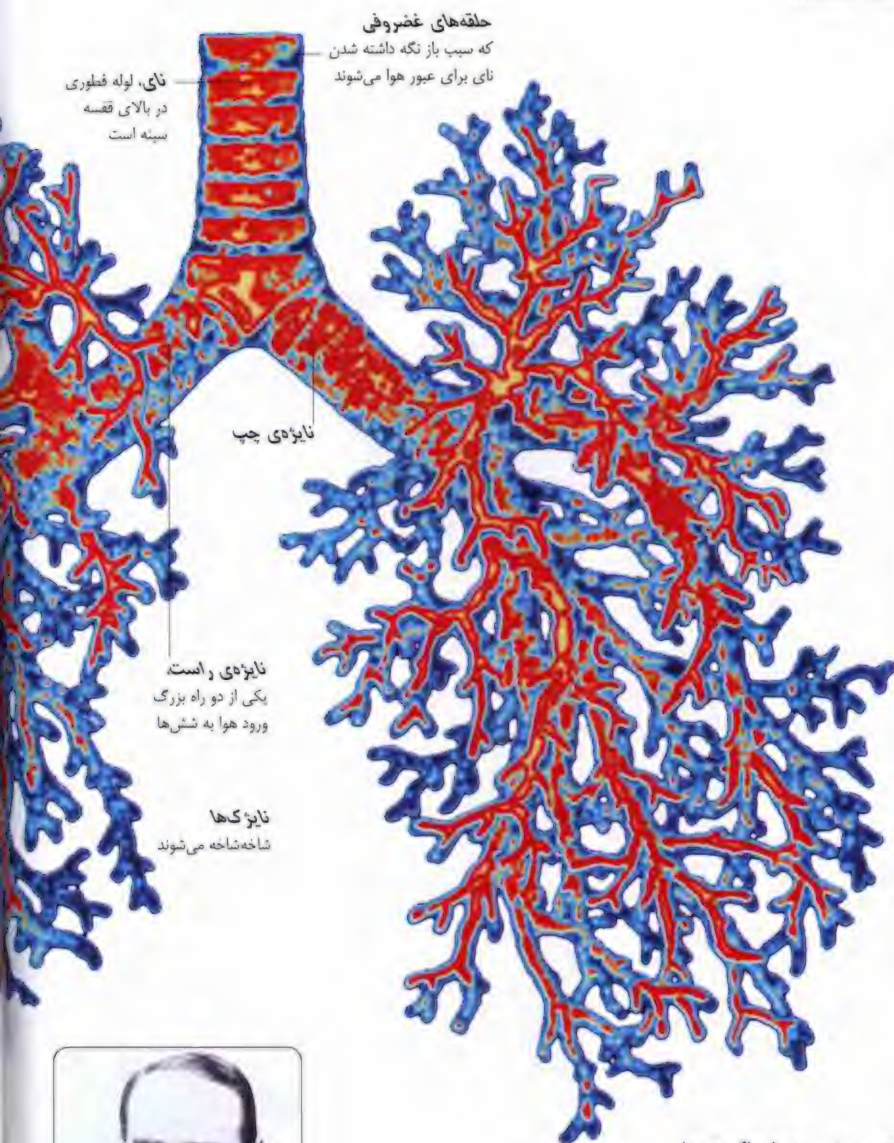
مویرگ حاوی خون با اکسیژن کم

کیسه‌های هوایی

▲ کیسه‌های هوایی هر شش، میلیون‌ها کیسه‌ی هوایی دارد که محل تبادل گازهای تنفسی هستند. هر گروه از کیسه‌های هوایی شبیه به یک خوشه انگورند که در انتهای نایزک‌های انتهایی قرار دارند. دیواره‌ی کیسه‌های هوایی به وسیله‌ی شبکه‌ی قشرده‌ای از مویرگ‌ها احاطه شده است.

▼ مسیر عبور هوا در شش‌ها

هنگام تنفس، هوا ابتدا وارد نای می‌شود. نای دو شاخه می‌شود: هر شاخه‌ی نای نایزده نام دارد. هوا از طریق نایزده‌ها وارد شش‌ها می‌شود. هر نایزده درون هر شش به شاخه‌های کوچک‌تری به نام نایزک و نایزک‌ها نیز به شاخه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌شوند. سرانجام هر نایزک انتهایی به گروهی از کیسه‌های کوچک به نام کیسه‌ی هوایی ختم می‌شود.



جان اسکات هالدن

اسکاتلندی، ۱۸۶۰-۱۹۳۶
این دانشمند در ۱۹۰۵ کشف مهمی کرد و نشان داد که محرک تنفس افزایش دی‌اکسید کربن خون است. هنگامی که دی‌اکسید کربن خون بالا می‌رود با تحریک ناحیه‌ی کوچکی در مغز سبب افزایش شدت تنفس می‌شود.

▶ تبادل گازی در کیسه‌ی هوایی

مویرگ حاوی خون با اکسیژن کم در مجاورت یک کیسه‌ی هوایی، دی‌اکسید کربن خون را به کیسه‌ی هوایی می‌دهد و هم‌زمان با این کار، اکسیژن از کیسه‌ی هوایی به‌درون مویرگ راه می‌یابد و با هموگلوبین گلبول‌های قرمز خون ترکیب می‌شود. جابه‌جا شدن دی‌اکسید کربن خون با اکسیژن را تبادل گازی می‌گویند.

خون غنی از اکسیژن

اکسیژن

دی‌اکسید کربن

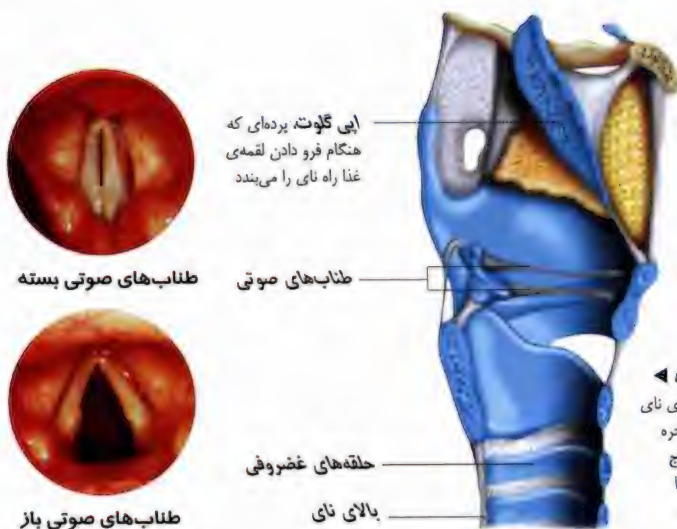
خون با اکسیژن کم

کیسه‌ی هوایی

هوای اکسیژن‌دار وارد می‌شود (دم)

هوای با اکسیژن کم خارج می‌شود (بازدم)

توانایی صحبت کردن وابسته به وجود دو بافت لایه لایه به نام طناب‌های صوتی در بخش بالای نای، به نام حنجره یا جعبه‌ی صوتی است. هنگام خروج هوا در بازدم، عبور آن از میان طناب‌های صوتی، آن‌ها را به ارتعاش درمی‌آورد. هنگام صحبت کردن، مرکزی در مغز پیام‌هایی را به ماهیچه‌هایی که موقعیت و طول طناب‌ها را تغییر می‌دهند می‌فرستد و صداهای مختلف تولید می‌شود. حرکات گونه، لب‌ها و زبان نیز سبب موزون شدن صدا می‌شود.

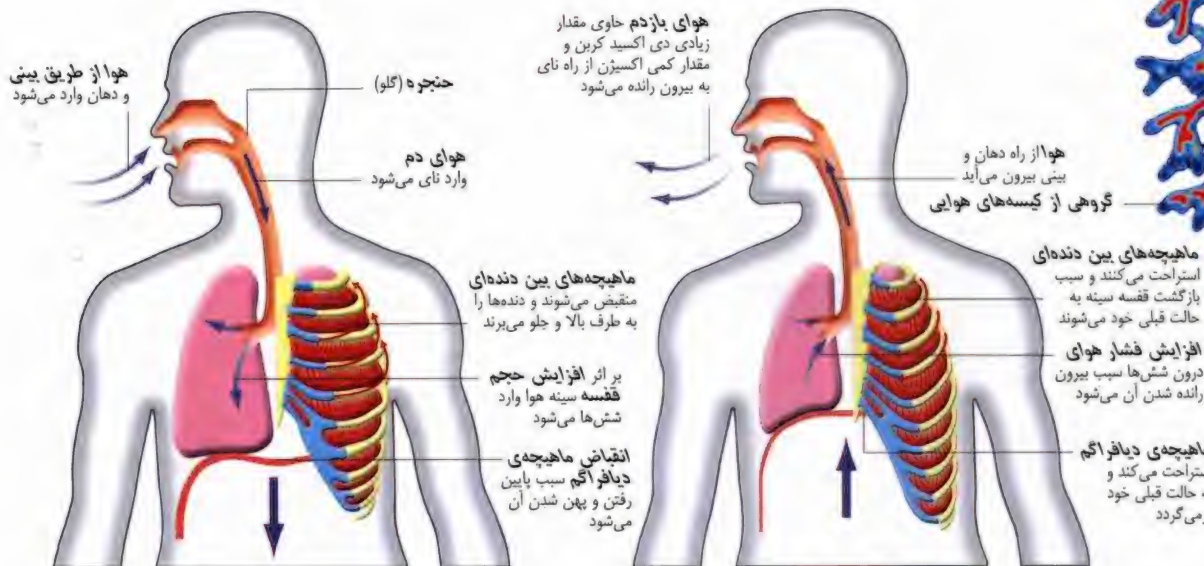
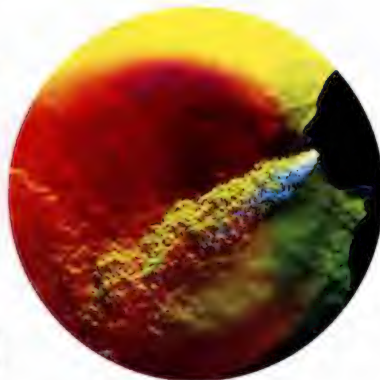
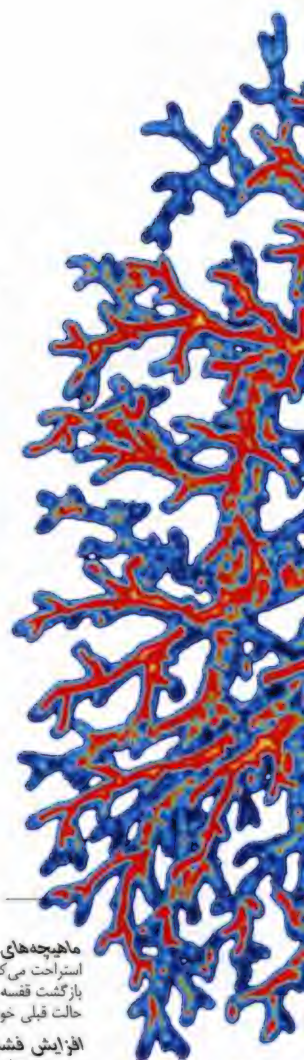


ساختمان حنجره ◀

حنجره بین بخش پستی حلق (گلو) و بالای نای قرار دارد. طناب‌های صوتی در عرض حنجره گسترده‌اند. هنگامی که هوا از شش‌ها خارج می‌شود و از میان آن‌ها عبور می‌کند، آن‌ها به ارتعاش درمی‌آیند و صدا تولید می‌شود.

تَفَسُّس

تنفس فرایند ورود هوا به داخل شش‌ها و سپس خروج آن است. افراد بالغ هنگام استراحت ۱۲ تا ۱۵ بار در دقیقه تنفس می‌کنند، این تعداد هنگام فعالیت افزایش می‌یابد. در هر بار تنفس حدود ۰/۵ لیتر هوا وارد شش‌ها می‌شود.



▲ بازدم

در هنگام بازدم، ماهیچه‌های بین‌دندانی و دیافراگم استراحت می‌کنند. این عمل سبب می‌شود که دنده‌ها به‌طرف پایین و داخل بروند و قفسه سینه منقبض شود و دیافراگم نیز بالا می‌آید. در نتیجه این اعمال، حجم قفسه سینه کم می‌شود و فشار هوای درون شش‌ها از فشار هوای بیرون پیش‌تر می‌گردد. افزایش فشار هوای درون شش‌ها سبب بیرون رانش آن از راه نای، بیرون و دهان می‌شود.

▲ عمل دم

هنگام دم، ماهیچه‌های بین دنده‌ای و هم چنین ماهیچه‌ای پهن دیافراگم که در پایین قفسه‌ی سینه قرار دارد، منقبض می‌شوند و در نتیجه حجم قفسه‌ی سینه افزایش می‌یابد. افزایش حجم قفسه‌ی سینه سبب می‌شود که فشار هوای درون شش‌ها از فشار بیرون کم‌تر شود. کاهش فشار هوای درون شش‌ها، باعث کشیده شدن هوای بیرون به درون شش‌ها می‌شود.

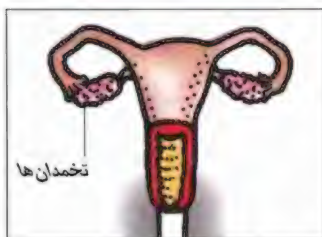
دستگاه درون‌ریز

بسیاری از فرایندهای حیاتی بدن به‌وسیله مواد شیمیایی ویژه‌ای به‌نام هورمون، که به‌وسیله غده‌های دستگاه درون‌ریز بدن تولید می‌شوند، تنظیم می‌گردند. این غده‌ها هورمون‌های خود را به‌درون خون ترشح می‌کنند. هورمون‌ها به‌وسیله‌ی خون به بخش‌های مختلف بدن می‌روند و اعمال آن‌ها را تنظیم می‌کنند. دستگاه درون‌ریز، همکاری نزدیکی با دستگاه عصبی دارد و مشترکاً سبب حفظ حالت پایدار بدن (هوموستازی) می‌شوند.



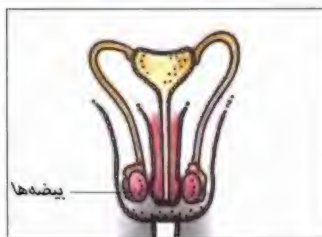
غده‌های درون‌ریز

همان‌طور که هورمون‌ها به حفظ حالت پایدار بدن کمک می‌کنند، سبب تنظیم سوخت و ساز بدن، تولید مثل، رشد و نمو و پاسخ به استرس می‌شوند. تولید بسیاری از هورمون‌ها توسط فرایندی به‌نام خودتنظیمی، کنترل می‌شود. غده‌های درون‌ریز از رخدادهای درون بدن مطلع می‌شوند و بر حسب میزان نیاز بدن هورمون می‌سازند.



تخمدان‌ها

تخمدان‌ها، هورمون‌های استروژن و پروژسترون ترشح می‌کنند. این هورمون‌ها هنگام بلوغ سبب بروز صفات جنسی ثانویه در زن می‌شوند.

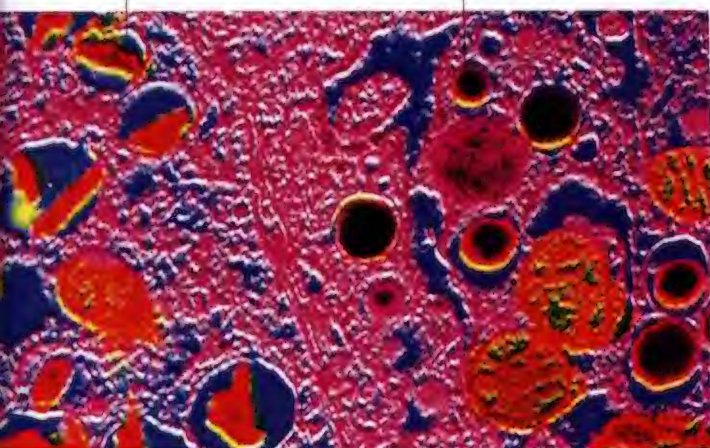


بیضه‌ها

بیضه‌ها هورمون تستوسترون می‌سازند. این هورمون هنگام بلوغ سبب تحریک اسپرم‌سازی و بروز صفات جنسی ثانویه در مردان می‌شود.

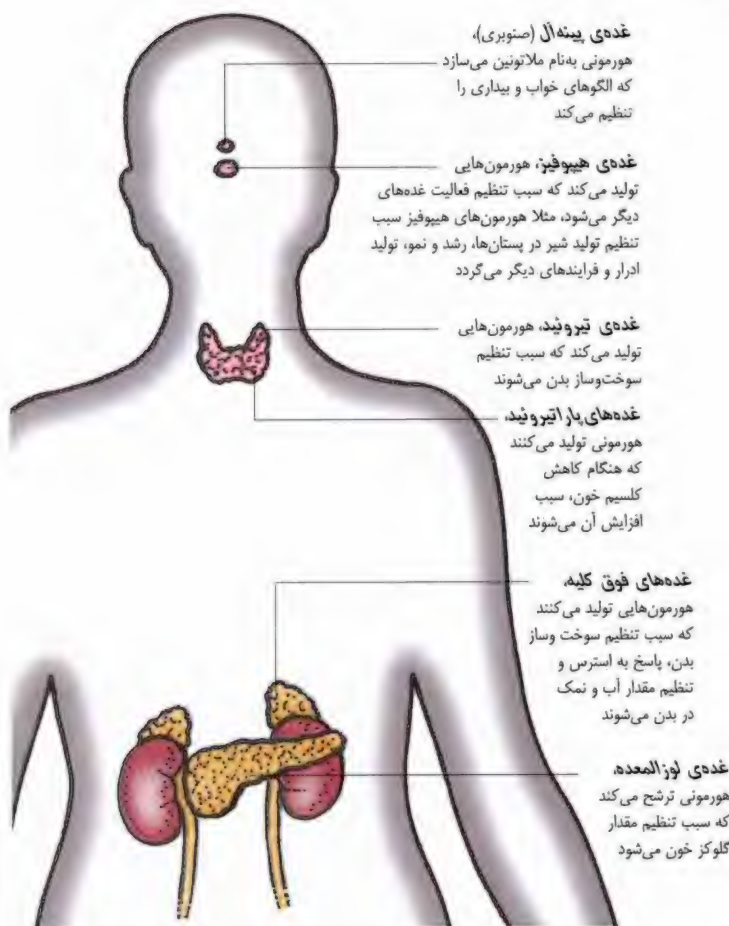
سلول‌های بتا هورمون انسولین
ترشح می‌کنند، انسولین سبب جذب گلوکز توسط سلول‌های بدن می‌شود

سلول‌های آلفا هورمون گلوکاگون ترشح
می‌کنند، گلوکاگون سبب افزایش قند خون می‌شود



هورمون‌سازی

این تصویر میکروسکوپی از ناحیه کوچکی از لوزالمعده (رنگ‌ها غیرواقعی‌اند) دو نوع سلول را در لوزالمعده نشان می‌دهد که تراکم گلوکز (نوعی قند ساده) را در خون تنظیم می‌کنند. هنگامی که مقدار گلوکز بالایی رود، سلول‌های بتا، هورمون انسولین ترشح می‌کنند و هنگامی که مقدار گلوکز خون پایین بیاید، نوع دیگری از سلول‌ها به‌نام آلفا، هورمون گلوکاگون ترشح می‌کنند.



یک مثال از چگونگی کارکرد هورمون‌ها

طرح زیر مثالی از فعالیت هورمون‌ها در بدن است. نوعی هورمون به‌نام هورمون محرک‌ی تیروئید (TSH) از هیپوفیز ترشح می‌شود. این هورمون با رسیدن به تیروئید سبب می‌شود که تیروئید هورمون تیروکسین را ترشح کند. هورمون تیروکسین در بدن سبب تنظیم تقسیم سلولی و تولید انرژی می‌شود. هم‌چنین با خود تنظیمی مقدار خود را نیز در خون تنظیم می‌کند.



حلقه بازخورد

تیروکسین مقدار خود را در خون به‌وسیله‌ی حلقه‌ی بازخورد تنظیم می‌کند. افزایش مقدار تیروکسین در خون، جلوی ترشح هورمون محرک‌ی تیروئید (TSH) را می‌گیرد. کاهش مقدار تیروکسین در خون، سبب افزایش ترشح TSH می‌شود. به این ترتیب، مقدار تیروکسین خون همواره در حدی ثابت نگه داشته می‌شود (خودتنظیمی).

غده هیپوفیز
هورمون محرک‌ی تیروئید (TSH) را ترشح می‌کند

غده تیروئید
به‌وسیله‌ی TSH تحریک می‌شود و هورمون تیروکسین را می‌سازد

سلول‌های بدن
تحت تأثیر تیروکسین تقسیم می‌شوند، مواد غذایی را می‌سوزانند و انرژی آزاد می‌کنند

دستگاه ایمنی

نقش دستگاه ایمنی، مراقبت از بدن در برابر میکروب‌ها و سرطان‌هاست. هنگامی که دستگاه ایمنی ماده‌ای را در بدن به‌عنوان یک ماده‌ی غیرطبیعی و یا بیگانه تشخیص می‌دهد، نسبت به آن واکنش ایمنی از خود نشان می‌دهد. مسئول اصلی این واکنش‌ها سلول‌هایی به‌نام لنفوسیت هستند. برخی از این سلول‌ها به‌وسیله‌ی مایع لنف جابه‌جا می‌شوند. لنف مایع اضافی موجود در بین سلول‌های بدن است که سرانجام از طریق شبکه‌ای از رگ‌ها و گره‌ها به خون می‌ریزد.

لوزه‌ها لنفوسیت‌هایی تولید می‌کنند که با حمله به میکروب‌های موجود در هوای تنفسی و غذا آن‌ها را از بین می‌برند

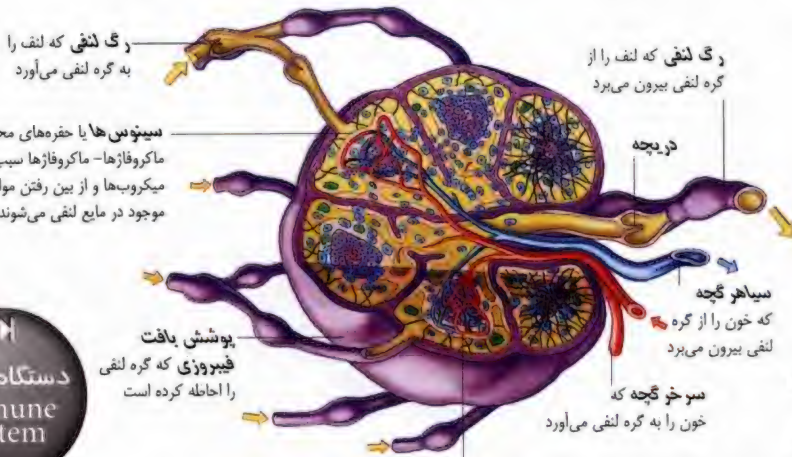
غده‌ی تیموس، لنفوسیت‌ها قبل از این که وارد بافت لنفی در سراسر بدن شوند، در این غده رشد می‌کنند

گره‌های لنفی، محل تجمع بافت لنفی‌اند

طحال، محتوی لنفوسیت‌ها و ماکروفاژهاست

لکه‌ی یمن، محل تجمع بافت لنفی در دیواره روده‌ی باریک است

رگ‌های لنفی، انتقال لنف را از سراسر بدن به درون رگ‌های خونی به‌عهده دارند



▲ درون یک گره لنفی

گره‌های لنفی بر اثر تورم بافت‌هایی که در دیواره‌ی رگ‌های لنفی یافت می‌شوند، به‌وجود آمده‌اند. گره‌های لنفی لنفوسیت می‌سازند، آن‌ها را ذخیره می‌کنند و یا قبل از این که لنف به خون بریزد به آن اضافه می‌کنند. گره‌های لنفی همچنین محل ذخیره‌ی انواع دیگری از گلبول‌های سفید به‌نام ماکروفاژ هستند. گره‌های لنفی اندازه‌های مختلف، از ۱/۳ تا ۳ سانتیمتر، دارند.



لنفوسیت‌ها (قسمت‌های صورتی) به میکروب‌ها و سلول‌های سرطانی حمله می‌کنند

ماکروفاژها (قسمت‌های قهوه‌ای)، باکتری‌ها و سایر میکروب‌ها را با بلعیدن آن‌ها از بین می‌برند

واکنش ایمنی

دستگاه ایمنی، پس از تشخیص میکروبی که به بدن حمله کرده است، به دو صورت عمل می‌کند: برخی از لنفوسیت‌ها مستقیماً به میکروب‌ها حمله می‌کنند و برخی دیگر، موادی به‌نام آنتی‌بادی ترشح می‌کنند که مانع فعالیت تخریبی باکتری‌ها می‌شوند. دستگاه ایمنی خاطره‌ی حملات مختلف میکروب‌ها را ثبت می‌کند و هنگامی که میکروبی مجدداً به بدن حمله کند این بار با شدت بیش‌تری به آن پاسخ می‌دهد. این شکل از ایمنی در برابر میکروب‌ها، مصونیت نام دارد.

► نحوه عمل لنفوسیت

در این جا یک لنفوسیت (قسمت آبی رنگ) سلول مخمری (قسمت زرد رنگ) را به‌عنوان سلول بیگانه تشخیص داده و در حال بلعیدن آن است. لنفوسیت‌ها و ماکروفاژها از انواع گلبول‌های سفیدند که هم در خون و هم در دستگاه لنفی دیده می‌شوند.



▲ دستگاه لنفی

دستگاه لنفی شامل شبکه‌ای از رگ‌ها و مجموعه‌ای از نوعی بافت به‌نام بافت لنفوئیدی است. این دستگاه مایع اضافی بین بافت‌های مختلف بدن را جمع‌آوری می‌کند و به دستگاه گردش خون برمی‌گرداند. دستگاه لنفی همچنین محل ذخیره سلول‌های لنفوسیت است و سبب انتقال آن در سراسر بدن می‌گردد.

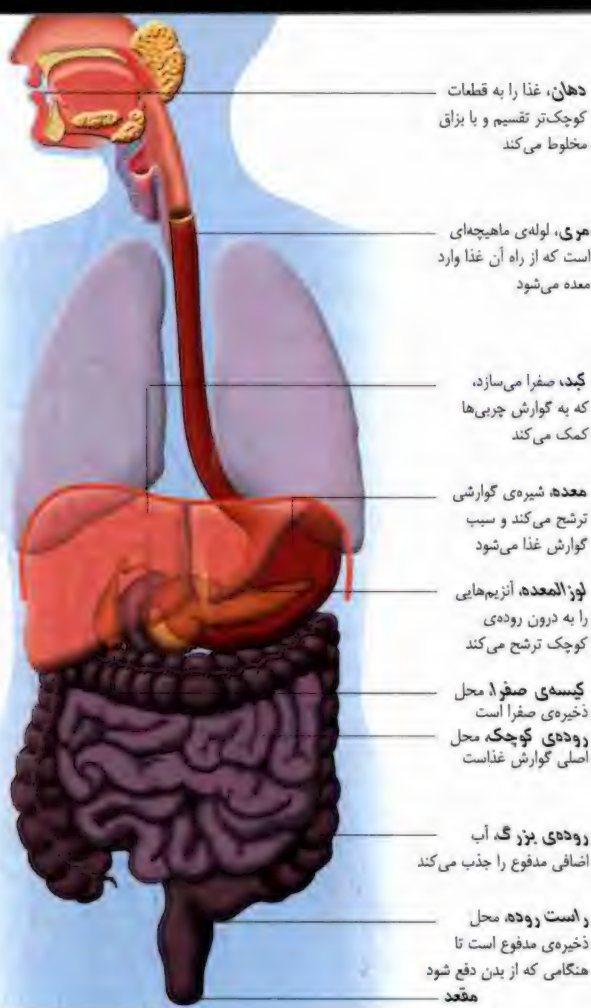
دستگاه گوارش

نقش دستگاه گوارش در بدن تجزیه غذایی که می‌خوریم به مواد غذایی قابل جذب برای سلول‌هاست. مواد غذایی قابل جذب پس از ورود به خون به عنوان سوخت برای انجام فعالیت‌های بدن استفاده می‌شوند. **دهان** با گرفتن غذا آغاز کننده‌ی عمل گوارش است. این عمل در **معده** ادامه می‌یابد. غذا بعد از معده، وارد **روده‌ی کوچک** می‌شود و در آن‌جا گوارش غذا کامل می‌گردد. آنزیم‌ها - موادی که سرعت واکنش‌های شیمیایی در بدن را افزایش می‌دهند - نقش بسیار کلیدی در تجزیه‌ی غذا دارند.



قسمت‌های مختلف دستگاه گوارش

دستگاه گوارش شامل یک لوله‌ی دراز ماهیچه‌ای به نام لوله‌ی گوارش است. لوله‌ی گوارش از دهان شروع می‌شود و شامل مری، معده، روده‌ها و سرانجام مقعد است. دستگاه گوارش وابسته به فعالیت‌های لوزالمعده، کبد و کیسه‌ی صفرا است. این اندام‌ها به گوارش غذا کمک می‌کنند. لوزالمعده روزانه حدود ۱/۵ لیتر مایع گوارشی محتوی آنزیم ترشح می‌کند که وارد لوله‌ی گوارش می‌شود. کبد نیز حدود یک لیتر صفرا می‌سازد که موقتاً در کیسه‌ی صفرا ذخیره می‌شود.



دهان

دهان حفره‌ای است که در کف آن زبان، در طرفین آن گونه‌ها، در سقف آن صفحه‌ی سخت و صاف و در جلوی آن دندان‌ها قرار دارند. دندان‌ها غذا را پاره و خرد می‌کنند. ذرات غذایی سپس با حرکات آرواره و زبان با یک دیگر مخلوط می‌شوند. خرد شدن و تکه تکه شدن غذا، سطح آن را برای تاثیر آنزیم‌های بزاق افزایش می‌دهد، گوارش غذا از درون دهان آغاز می‌شود.



ساختار دندان

هر دندان شامل بخشی به نام تاج و یک یا دو ریشه است. تاج قسمتی از دندان است که از لثه بیرون آمده است. ریشه‌های دندان‌ها درون استخوان آرواره قرار دارند. در وسط دندان حفره‌ای به نام مغز دندان قرار دارد که محتوی رگ‌های خونی و اعصاب است. اطراف مغز دندان را ماده‌ای به نام عاج فرا گرفته است. عاج ماده‌ی سختی است که بیش‌ترین حجم دندان را تشکیل می‌دهد. لایه‌ی خارجی تاج به وسیله‌ی ماده‌ای به نام مینا، که سخت‌ترین ماده در بدن است، پوشیده شده است.

دندان‌های نیش، غذا را پاره می‌کنند

دندان‌های پیشین، غذا را تکه تکه می‌کنند

دندان‌های آسیای کوچک، غذا را پاره و خرد می‌کنند

دندان‌های آسیای بزرگ، غذا را خرد می‌کنند

آرواره‌ی پایینی

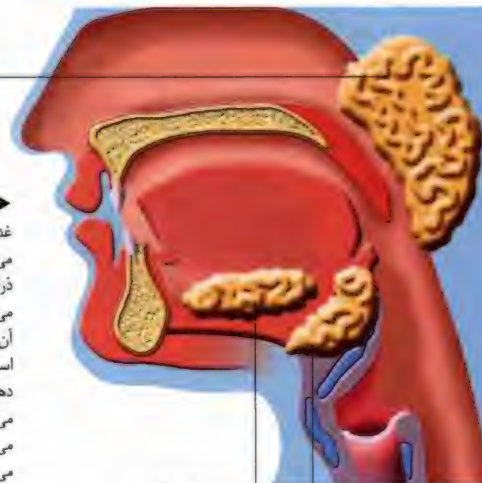
انواع دندان‌ها

چهار نوع دندان وجود دارد که عبارتند از: دندان‌های پیشین، نیش، آسیای بزرگ و آسیای کوچک. هر یک از این دندان‌ها با شکل خاصی که دارند، عمل ویژه‌ای انجام می‌دهند. هر فرد در طول عمر خود دارای دو سری دندان می‌شود: سری اول، دندان‌های شیری، که از ۶ ماهگی تا سه سالگی به تدریج بیرون می‌آیند. سری دوم، دندان‌های دائمی‌اند (مانند آن چه در شکل دیده می‌شود)، که از ۶ سالگی تا اوایل ۲۰ سالگی بیرون می‌آیند.

غده‌ی بزاقی، در جلوی گوش قرار دارد و ترشحات آن به وسیله‌ی مجرای کوتاهی به سطح داخلی گونه‌ها می‌ریزد

غده‌های بزاقی

غده‌های بزاقی مایعی چسبناک به نام بزاق تولید می‌کنند که سبب مرطوب شدن غذا و چسبیدن ذرات آن به یکدیگر می‌شود. این عمل سبب می‌شود مواد غذایی به صورت خمیر درآید و بلع آن آسان گردد. بزاق همچنین حاوی آنزیم‌هایی است که سبب شروع گوارش مواد غذایی در دهان می‌شوند. هنگامی که غذا وارد دهان می‌شود، مغز پیام‌هایی را به غده‌های بزاق می‌فرستد و آن‌ها مقدار زیادی بزاق ترشح می‌کنند. مواد غذایی برای این که بتوانند، جوانه‌های چشایی را تحریک کنند، باید با بزاق مخلوط شوند. تشخیص طعم غذا به سالم یا ناسالم بودن آن کمک می‌کند.



غده‌ی بزاقی، در جلوی گوش قرار دارد و ترشحات آن به وسیله‌ی مجرای کوتاهی به سطح داخلی گونه‌ها می‌ریزد

معده کیسه‌ای ماهیچه‌ای است که گوارش غذا در آن آغاز می‌شود، در معده، ابتدا شیرهای معده روی غذا ریخته می‌شود و سپس با حرکات ماهیچه‌ای دیواره‌ی معده، غذا و شیرهای معده با یک دیگر مخلوط می‌شوند. غذا معمولاً حدود چهار ساعت در معده می‌ماند. بعد از این مدت، غذا به‌صورت نیمه مایع (کیموس معده) در می‌آید و از معده خارج و وارد دوازدهه (اولین بخش روده‌ی کوچک) می‌شود.

دیواره‌ی معده

این تصویر میکروسکوپی منافذ غده‌های معده را در دیواره‌ی آن نشان می‌دهد، که به‌صورت سوراخ‌هایی دیده می‌شوند و اسیدکلریدریک و آنزیم‌های گوارشی به‌درون معده ترشح می‌کنند. ترشحات به‌نام موکوس، دیواره‌ی معده را از آسیب اسید و آنزیم محافظت می‌کند. برای سلامت معده، سلول‌های دیواره‌ی آن هر چند روز یک بار می‌ریزند و سلول‌های جدید جایگزین آن‌ها می‌شوند.



اسفنگترپیلور، دریچه‌ای که با باز شدن آن کیموس معده وارد دوازدهه می‌شود

درون معده

این تصویر که به کمک رایانه تهیه شده است، معده و بخشی از مری و دوازدهه را نشان می‌دهد. هنگامی که غذا وارد معده می‌شود، غده‌های موجود در دیواره‌ی آن آنزیمی به‌نام پپسین ترشح می‌کنند. آنزیم پپسین تجزیه‌ی پروتئین‌های غذا را آغاز می‌کند. غده‌های دیواره‌ی معده اسید کلریدریک نیز ترشح می‌کنند. اسید کلریدریک با اسیدی کردن محیط، سبب فعالیت پپسین می‌شود؛ هم چنین باکتری‌های موجود در غذا را از بین می‌برد.

دوازدهه

کیموس معده، شیرهای گوارشی لوزالمعده، و ترشحات کیسه‌ی صفرا را دریافت می‌کند

دیواره‌ی معده

چین خوردگی‌هایی دارد که امکان می‌دهد اندازه‌ی معده پس از ورود غذا تا بیست برابر افزایش یابد

روده‌ها

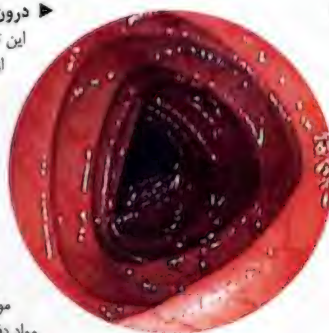
روده‌ها لوله‌ی درازی را تشکیل می‌دهند که طول آن در بزرگسالان به ۸ متر می‌رسد. غذا به‌وسیله‌ی انقباض‌های متناوب ماهیچه‌های دیواره‌ی روده به‌جلو رانده می‌شود. در روده‌ی کوچک انقباض‌های ماهیچه‌ها سبب مخلوط شدن کیموس معده با آنزیم‌های لوزالمعده و غده‌های دیواره‌ی روده می‌شود. در روده‌ی باریک مواد غذایی تجزیه شده جذب جریان خون می‌شوند. در روده‌ی بزرگ، آب محتویات روده گرفته می‌شود و آن چه باقی می‌ماند، مدفوع را می‌سازد.

▶ پرزهای دیواره‌ی روده‌ی کوچک

دیواره‌های روده‌ی کوچک دارای چین‌خوردگی‌های انگشت مانند فراوانی به نام پرز است. پرزهای روده‌ی کوچک سبب افزایش قابل ملاحظه‌ی سطح جذب در آن می‌شوند. غذای گوارش یافته جذب رگ‌های خونی کوچک اطراف پرزها می‌شود. خون از روده‌ی کوچک به کبد می‌رود. در کبد واکنش‌های متعددی روی مواد غذایی جذب شده انجام می‌گیرد. غذا ممکن است بیش از پنج ساعت در روده‌ی کوچک بماند.

▶ درون روده‌ی بزرگ

این تصویر به‌وسیله دستگاہی به‌نام کولونوسکوپ از درون روده‌ی بزرگ گرفته شده است. کولونوسکوپ لوله‌ی باریکی دارد که آن را از طریق مقعد وارد روده‌ی بزرگ می‌کنند (بخش اصلی روده‌ی بزرگ کولون نام دارد). شکل مثلی دیواره‌ی روده‌ی بزرگ ناشی از طرز قرار گرفتن ماهیچه‌های دیواره‌ی آن است. مواد دفعی ممکن است یک روز و یا بیش‌تر درون روده‌ی بزرگ بمانند. سلول‌های دیواره‌ی روده‌ی بزرگ مولکولی ترشح می‌کنند که سبب چسبیدن مواد دفعی به یک‌دیگر و تشکیل مدفوع می‌شود.



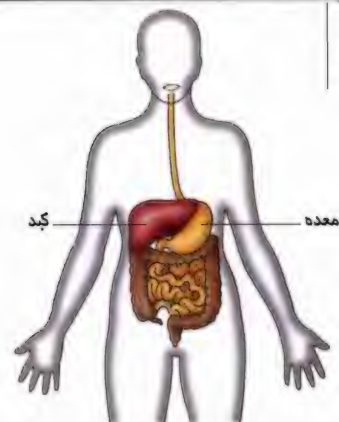
▶ باکتری‌های روده

در این تصویر میکروسکوپی دیواره‌ی روده‌ی کوچک، برخی از باکتری‌هایی (قسمت ارغوانی رنگ) که همراه با مواد غذایی (قسمت گرم رنگ) وارد روده شده‌اند، دیده می‌شوند. در روده‌ها بیش از ۵۰۰ گونه باکتری زندگی می‌کنند که نقش موثری در سلامت ما دارند. به‌نظر می‌رسد تعدادی از این باکتری‌ها روده را از ابتلا به برخی از بیماری‌ها حفظ می‌کنند. گروهی دیگر از باکتری‌ها در روده‌ی بزرگ ویتامین K می‌سازند. وجود این ویتامین برای انعقاد خون ضروری است.



کبد

کبد نقش بسیار مهمی در بدن دارد. کبد واکنش‌هایی روی مواد غذایی انجام می‌دهد و آن‌ها را برای مصرف در بدن آماده می‌سازد. کبد صفرا نیز ترشح می‌کند؛ همچنین سبب تنظیم قند خون و ذخیره‌ی برخی از مواد بسیار ضروری برای بدن، مثل آهن و ویتامین‌ها، می‌شود. از نقش‌های دیگر کبد، ساختن پروتئین مورد نیاز برای انعقاد خون، تجزیه‌ی گلبول‌های قرمز فرسوده و گرفتن مواد سمی خون است. این مواد بر اثر تجزیه‌ی برخی از مواد دیگر به وجود می‌آیند.



▲ محل قرار گرفتن کبد

کبد در طرف راست بدن و بالای شکم قرار دارد. قسمتی از کبد پخش بالایی معده را می‌پوشاند. کبد بزرگ‌ترین اندام داخلی بدن است که وزن آن در بزرگسالان به ۱/۶ کیلوگرم می‌رسد.

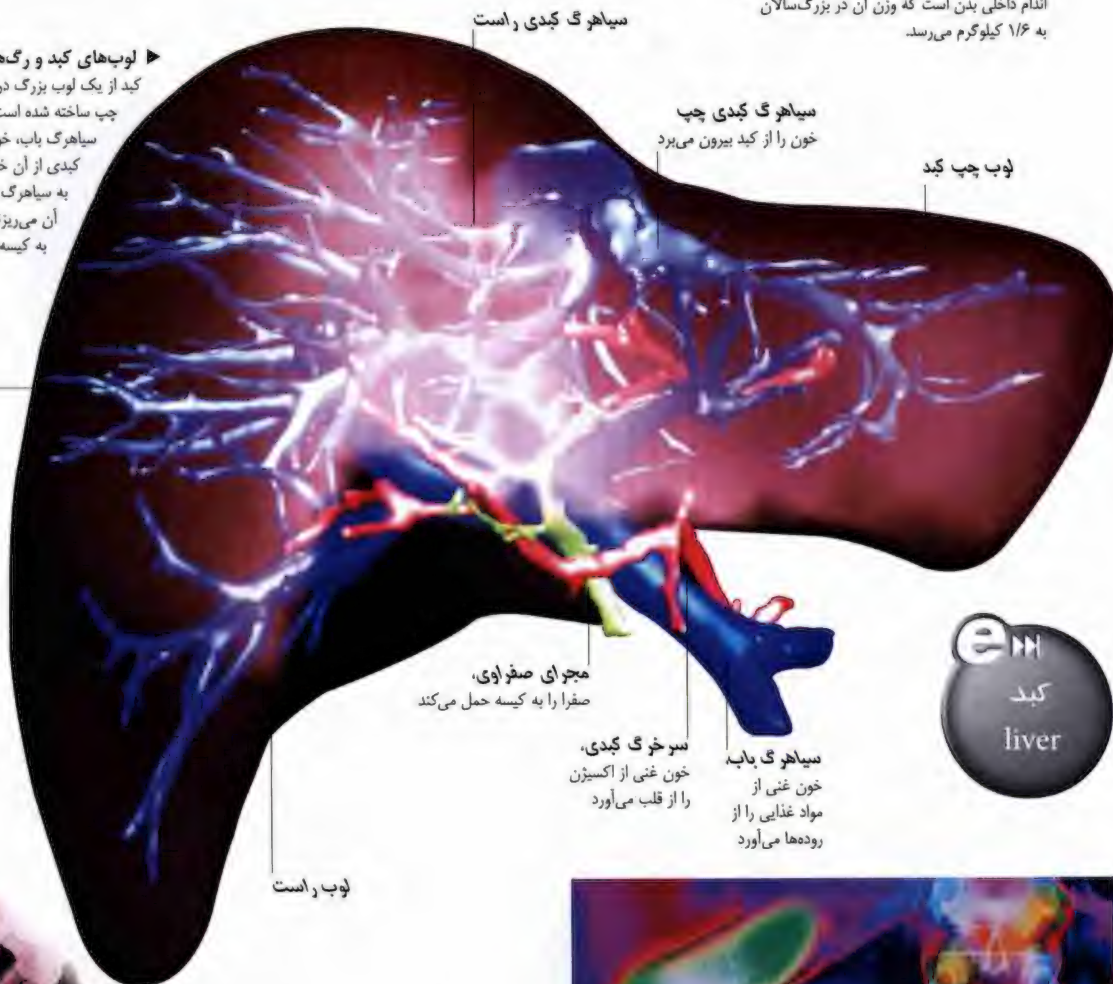
► لوب‌های کبد و رگ‌های خونی آن

کبد از یک لوب بزرگ در طرف راست و یک لوب کوچک‌تر در طرف چپ ساخته شده است. کبد از دو منبع، یکی سرخرگ کبدی و دیگری سیاهرگ باب، خون دریافت می‌کند. خون به وسیله سیاهرگ‌های کبدی از آن خارج می‌شود. در خارج از کبد این سیاهرگ‌ها به سیاهرگ بزرگی می‌پیوندند که خون را از پشت قلب به درون آن می‌ریزند، لوله‌ای از زیر کبد، صفرای ساخته شده در آن را به کیسه‌ی صفرا می‌برد.

پایانه‌های انشعابات سرخرگ کبدی، سیاهرگ باب و مجرای صفرا در سراسر کبد گسترده شده‌اند

خون سینوسوئیدها
به طرف سیاهرگ مرکزی
جریان می‌یابد

سلول‌های کبدی،
اطراف خونی را که از میان سینوسوئید
می‌گذرد، احاطه کرده‌اند



سیاهرگ کبدی راست

سیاهرگ کبدی چپ

خون را از کبد بیرون می‌برد

لوب چپ کبد

مجرای صفراوی،
صفرا را به کیسه حمل می‌کند

سرخرگ کبدی،
خون غنی از اکسیژن
را از قلب می‌آورد

سیاهرگ باب،
خون غنی از
مواد غذایی را از
روده‌ها می‌آورد

لوب راست



سیاهرگ مرکزی،
خون را از لوبول‌ها
بیرون می‌برد

◀ لوبول‌های کبد

این تصویر میکروسکوپی یکی از هزاران واحدهای فعال در کبد را نشان می‌دهد. هر یک از این واحدها لوبول نام دارد. خون در اطراف کانال‌هایی به نام سینوسوئید، که در هر لوبول وجود دارند، حرکت می‌کند و به سیاهرگ وسط آن می‌ریزد. هر سینوسوئید شامل گروهی از سلول‌های کبدی است که با عبور خون از میان آن‌ها، برخی از مواد از خون جذب این سلول‌ها می‌شوند و مواد دیگری به خون اضافه و به این ترتیب، مقدار مواد مختلف در خون تنظیم می‌شود.



▲ کیسه‌ی صفرا

این تصویر رنگی که به کمک پرتو ایکس گرفته شده است، نشان می‌دهد که کیسه‌ی صفرا (بخش سبز رنگ) در زیر کبد قرار دارد. کیسه‌ی صفرا، صفرای را که در کبد ساخته شده است، ذخیره می‌کند و هنگامی که غذا از معده به روده‌ی کوچک می‌رسد، صفرا را به درون روده می‌ریزد. صفرا مایع سبز رنگی است که از مواد حاصل از تجزیه‌ی گلبول‌های قرمز فرسوده در کبد، ساخته می‌شود. صفرا نقش مهمی در گوارش چربی‌ها دارد.

دستگاه دفع ادرار

دستگاه دفع ادرار، وظیفه‌ی دفع مواد زاید متعددی را که در بدن تولید می‌شوند، به عهده دارد. دستگاه دفع ادرار همچنین با تنظیم ترکیب مایعات بدن، به حفظ حالت پایدار آن، کمک می‌کند. کلیه‌ها مواد زاید را از خون می‌گیرند و آن را به صورت ادرار در می‌آورند. دو کلیه با یک دیگر حدود یک چهارم خونی را که در هر ضربان قلب از آن خارج می‌شود دریافت می‌کنند و این در حالی است که دو کلیه با هم وزنی کمتر از ۱٪ وزن بدن دارند.



A diagram of the human urinary system. Two kidneys are shown at the top, connected by two ureters that run down the spine. The ureters join a larger bladder at the bottom. The entire system is highlighted in red and pink against a blue background of the human torso.



در وسط استخوان لگن قرار دارد و به وسیله‌ی آن محافظت می‌شود

تصویر رنگی بالا که به روش سی تی اسکن تهیه شده است، بخشی از کلیه را نشان می‌دهد. کلیه‌ها خونی را که وارد آن‌ها می‌شود تصفیه می‌کنند. مواد زائد آن را می‌گیرند و به صورت ادرار دفع می‌کنند، هنگام تصفیه ی خون، موادی که بدن به آن‌ها نیاز دارد در خون باقی می‌مانند. هر کلیه تعداد زیادی لوله ی ادراری (نفرون) دارد. که ادرار می‌سازند و علاوه بر آن، با تنظیم مقدار ترشح موجود در خون، به حفظ ثبات محیط داخلی بدن کمک می‌کنند.

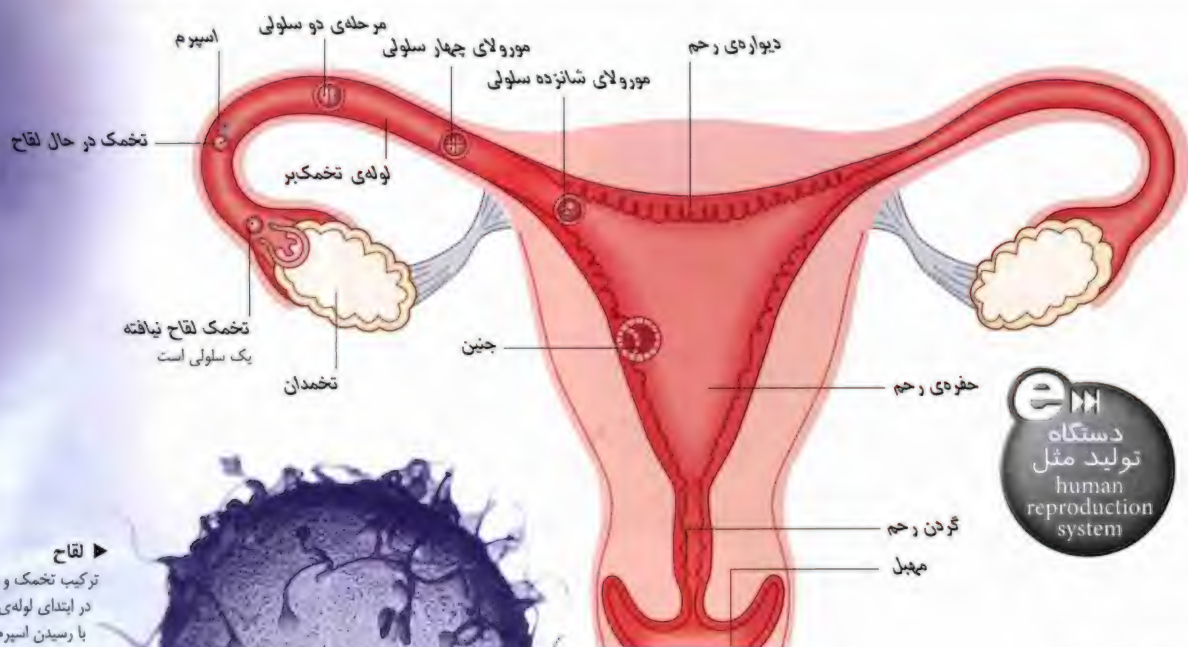
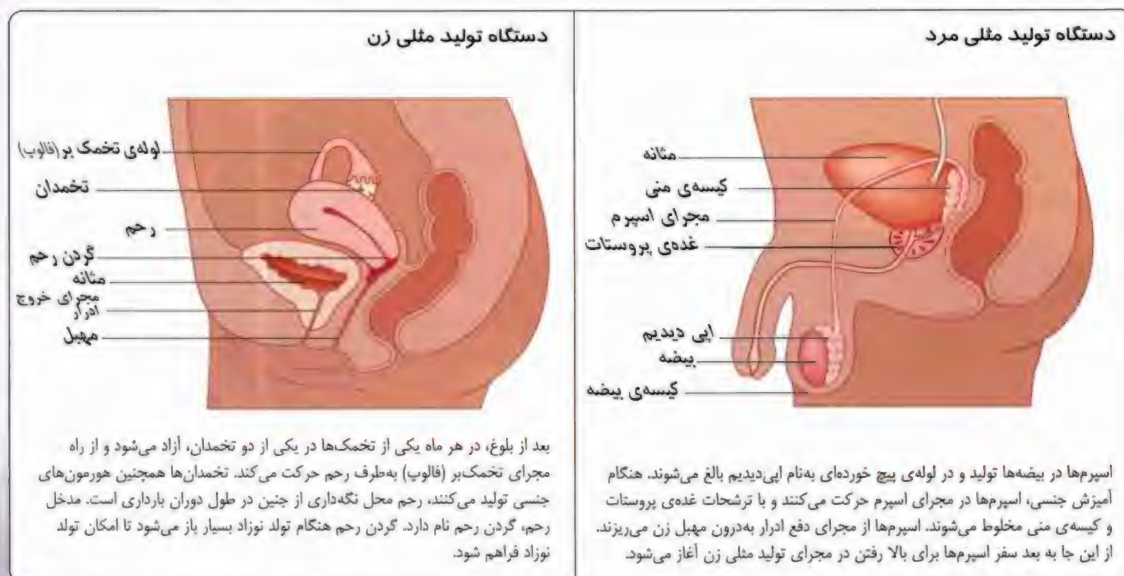
سر خر گچہ ای
کہ خون را بہ
گلو مرول می آورد

این تصویر رنگی که به کمک پروتئین اسپکس گرفته شده است، بخشی‌های مختلف دستگاه ادرار را نشان می‌دهد. ادراری که کلیه‌ها می‌سازند از راه مجرای میزانی به مثانه می‌رسد. مثانه ادرار را ذخیره می‌کند و از راه مجرای خروج ادرار (میزوار) به بیرون از بدن دفع می‌کند. مجرای دفع ادرار در مردان ۲۰ سانتیمتر و در زنان ۳ سانتیمتر طول دارد. میانه‌های عصبی از مغز و نخاع سبب تحریک پیام‌های ادراری می‌شوند.

هر کلیه حدود یک میلیون گلومرول دارد.
هر گلومرول شبکه‌ای درهم بافته شدایی از
مویرگهای خونی است. هر گلومرول بخشی از
یک نفرون است، که واحدهای تصفیه‌کننده‌ی
خون در کلیه‌اند. در هر گلومرول، آب و مواد زائد
با فشار از خون خارج و وارد لوله‌ی پریچ و خم
نفرون برای تشکیل ادرار می‌شوند.

دستگاه تولید مثل

کار دستگاه تولید مثل در مرد و زن، به ترتیب، تولید سلول‌های جنسی اسپرم و تخمک و ترکیب آن‌ها با یک دیگر و تشکیل سلول تخم است. علاوه بر این، دستگاه تولید مثل زن، وظیفه نگهداری و تغذیه از جنین را در طول نه ماه بارداری به عهده دارد. در تخمدان‌های یک نوزاد دختر هنگام تولد حدود ۱۵۰,۰۰۰ تخمک نارس وجود دارد در حالی که در پسرها اسپرم‌سازی هنگام بلوغ آغاز می‌شود.



▲ سفر اسپرم و تخمک

هنگام آمیزش جنسی، میلیون‌ها اسپرم به درون مهبل زن می‌ریزند. اسپرم‌ها پس از عبور از دهانه‌ی رحم، وارد رحم می‌شوند و از آن جا به طرف لوله‌ی تخمک‌پر حرکت می‌کنند، که فقط حدود ۵۰۰ اسپرم به لوله‌ی تخمک‌پر می‌رسند. اگر یکی از اسپرم‌ها موفق شود به تخمک برسد با آن ترکیب می‌شود و سلول تخم به وجود می‌آید. سلول تخم به دو، چهار و سپس تعداد بیش‌تر تقسیم می‌شود. سلول تخم در حین تقسیم در امتداد لوله‌ی تخمک‌پر حرکت می‌کند تا به درون رحم برسد و به دیواره‌ی آن بچسبد.

از زمان لقاح تا تولد نوزاد

مورولا

سلول تخم تقسیم می‌شود و توده‌ی سلولی به‌نام مورولا را به‌وجود می‌آورد. مورولا در مدت چند روز، به‌کمک حرکات مژک‌ها و ساختارهای مو مانند موجود در دیواره‌ی لوله‌ی فالوپ، به رحم می‌رسد و خیلی زود در دیواره‌ی رحم جایگزین می‌شود.

جین در ۱۰ هفتگی

در این زمان سلول‌های رویان با رشد و نمو خود، بافت‌ها و اندام‌ها را به‌وجود آورده‌اند، بیش‌تر اندام‌های رویان در هشت هفتگی تشکیل شده‌اند. رویان از این زمان به بعد جین نامیده می‌شود. در ۱۰ هفتگی، جین ۵ سانتیمتر طول دارد و صورت و دست و پای آن مشخص شده است.

جین در ۱۸ هفتگی

در این زمان مادر حرکات جین را حس می‌کند. بند ناف (در این‌جا در پشت دست‌های جین دیده می‌شود) جین را به جفت وصل می‌کند. جفت به دیواره‌ی رحم چسبیده است و تغذیه‌ی جین را به‌عهده دارد و مواد زاید را نیز از آن دور می‌کند.

جین در ۳۰ هفتگی

صورت جین در این عکس سه بعدی، که به کمک امواج فراصوت (سونوگرافی) گرفته شده است، کاملاً دیده می‌شود. از سونوگرافی برای بررسی سلامت جین در دوران بارداری استفاده می‌شود. جین خیلی سریع رشد می‌کند و برای سفر به دنیای بیرون آماده می‌شود.

نوزاد

نوزاد به محض تولد، شروع به نفس کشیدن می‌کند. بندناف را با گیره‌ای می‌بندند و سپس آن را قطع می‌کنند و بلافاصله نوزاد را برای شیر خوردن تحویل مادر می‌دهند. باقیمانده‌ی بندناف بعد از چند روز می‌افتد و اثر آن به‌صورت ناف روی شکم باقی می‌ماند.

آماده برای تولد

این تصویر رنگی که به کمک پرتو ایکس گرفته شده است، جین را در ۳۶ هفتگی نشان می‌دهد. سر جین به‌طرف گردن رحم قرار دارد و آماده برای تولد است. هنگام تولد، مجرای تولد (گردن رحم) باز می‌شود و ماهیچه‌های رحم منقبض می‌گردند. سپس جین به‌طرف پایین حرکت می‌کند. ابتدا سر جین و سپس بقیه‌ی بدن آن از مجرای تولد خارج می‌شود.

پاهای جین،

در زیر بدنش جمع شده است

استخوان‌های ستون مهره‌های مادر

دست جین

استخوان لگن مادر

استخوان خاجی مادر،

پشت مجرای تولد قرار دارد

سر جین،

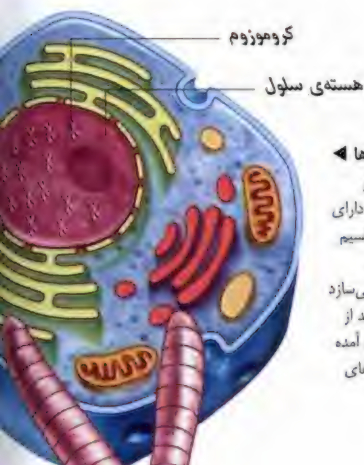
کاملاً در گردن رحم قرار گرفته است

استخوان شرمگاهی،

در جلوی گردن رحم مادر قرار دارد

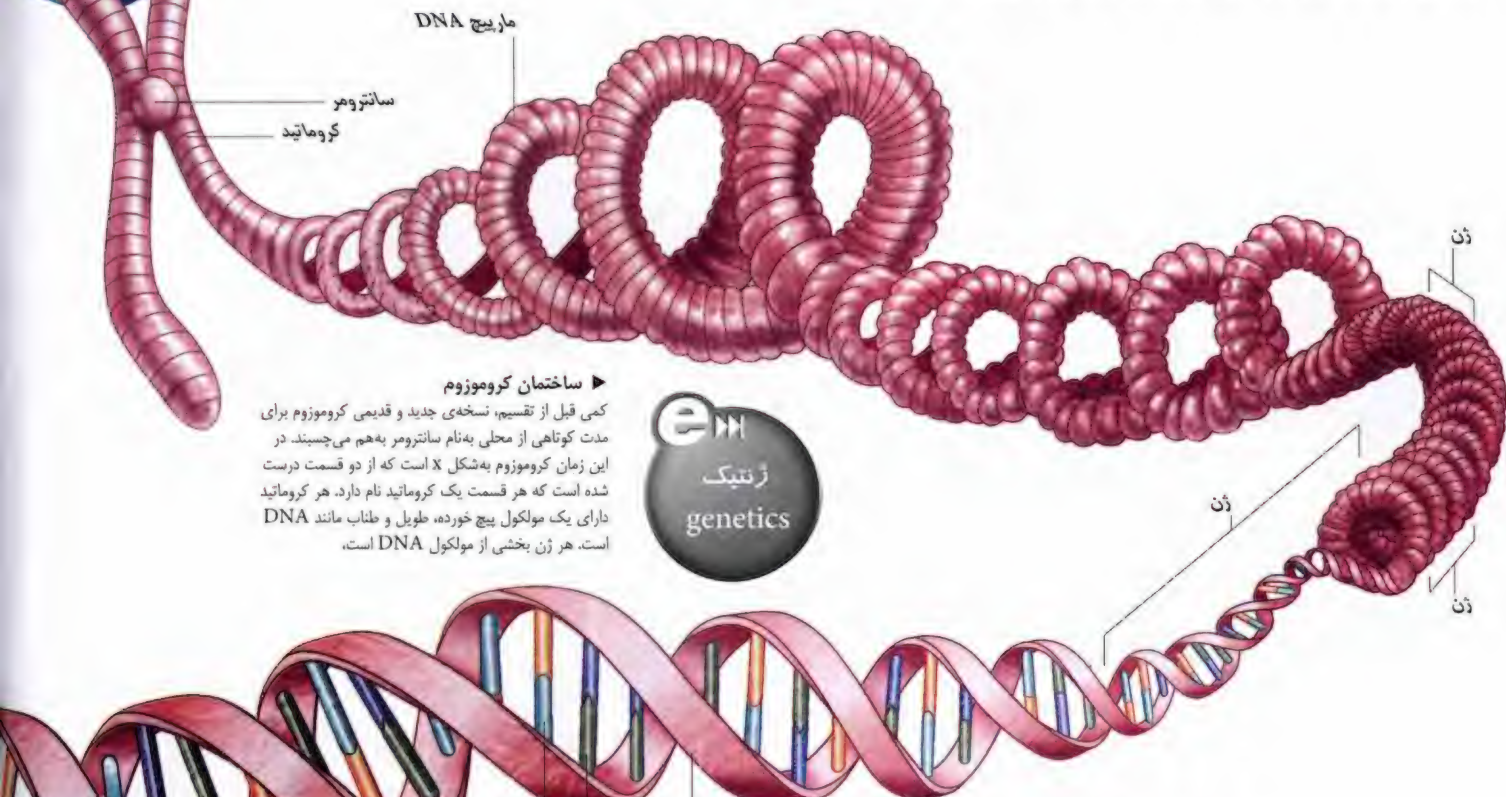
ژنتیک

ژنتیک علم مطالعه‌ی دستورالعمل‌هایی است که در سلول‌ها، برای چگونگی فعالیت و رشد و نمو، وجود دارند. این دستورالعمل‌ها ژن نامیده شده‌اند و به صورت ساختاری به نام کروموزوم در هسته‌ی سلول‌ها قرار دارند. بخش اصلی هر کروموزوم ترکیبی به نام دئوکسی ریبونوکلیک اسید (DNA) است که کدهای راهنما و دستورالعمل‌ها را در خود دارد. هر فرد ژن‌های خود را از والدینش دریافت می‌کند. دریافت ویژگی‌های زیستی از والدین توسط فرزندان، **وراثت** نام دارد.



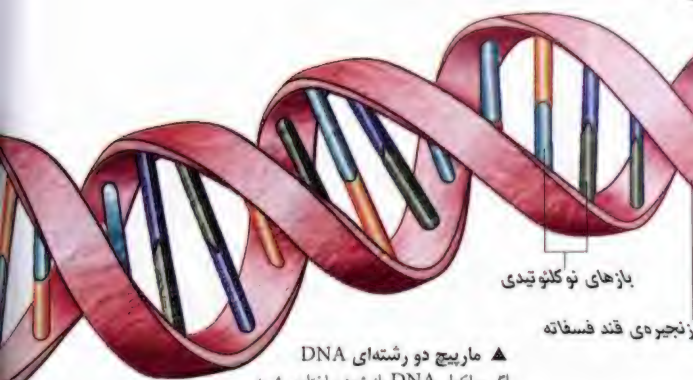
جایگاه کروموزوم‌ها

کروموزوم‌ها ساختارهای کوچکی در هسته‌ی سلول‌ها هستند. هر سلول دارای ۴۶ کروموزوم است. کمی قبل از تقسیم سلول، هر کروموزوم همانند سازی می‌کند و یک نسخه از روی خود می‌سازد (مضاعف می‌شود). به این ترتیب، بعد از تقسیم، هر یک از دو سلول به وجود آمده یک سری کامل از تمام کروموزوم‌های سلول والد را دریافت می‌کند.



ساختار کروموزوم

کمی قبل از تقسیم، نسخه‌ی جدید و قدیمی کروموزوم برای مدت کوتاهی از محلی به نام سائترومر بهم می‌چسبند. در این زمان کروموزوم به شکل X است که از دو قسمت درست شده است که هر قسمت یک کروماتید نام دارد. هر کروماتید دارای یک مولکول پیچ خورده، طویل و منطبق مانند DNA است. هر ژن بخشی از مولکول DNA است.



مارپیچ دو رشته‌ای DNA

اگر مولکول DNA باز شود ساختاری شبیه به نردبان پیچ خورده مشاهده خواهد شد که مارپیچ دو رشته‌ای DNA نام دارد. هر یک از طرفین این نردبان از ماده‌ای زنجیر مانند به نام قند فسفات، تشکیل شده است و پله‌های نردبان از موادی به نام بازهای نوکلئوتیدی ساخته شده‌اند. چهار نوع باز وجود دارد. ترتیب قرار گرفتن بازها در یک ژن (بخش درازی از مولکول DNA)، یک کد است که دستورالعمل‌های ژن را با خود حمل می‌کند.



یک سری کامل کروموزوم، شامل ۲۳ جفت است. ۲۲ جفت از این کروموزوم‌ها در دختران و پسران یکسان است، آخرین جفت که کروموزوم‌های جنسی نامیده می‌شود در دختران و پسران متفاوت است. دختران دارای دو کروموزوم جنسی یکسان به نام کروموزوم X هستند، پسران دارای یک کروموزوم جنسی X و یک کروموزوم کوچک‌تر به نام کروموزوم جنسی Y هستند. کروموزوم Y حاوی ژن‌هایی است که سبب بروز ویژگی‌های مردانه در پسران می‌شود.

ژن A، دستورالعمل ساخته شدن ماده‌ی مورد نیاز برای تولید انرژی در بدن را دارد

ژن B، دستورالعمل ساخته شدن ماده‌ای را دارد که بدن را در برابر سرطان محافظت می‌کند

► نقشه‌ی کروموزومی

ژن‌های متفاوتی که روی یک کروموزوم قرار دارند، دستورالعمل‌های انجام اعمال متنوعی را با خود دارند. دانشمندان به تدریج جایگاه ژن‌های مختلف را بر روی کروموزوم‌ها شناسایی می‌کنند و به این ترتیب، «نقشه‌ی ژنی» به دست می‌آید که مشخص می‌کند هر ژن در کجا قرار دارد و چه عملی انجام می‌دهد. احتمالاً بین ۳۰ تا ۴۰ هزار ژن در کروموزوم‌های انسان وجود دارد.

ژن C، دستورالعمل تعیین رنگ چشم را با خود دارد

یک ژن بخشی از مولکول DNA در یک کروموزوم است. هر فرد نیمی از ژن‌های خود را از مادر و نیم دیگر را از پدر دریافت کرده است. این امر هنگام ترکیب اسپرم و تخمک و تشکیل تخم رخ داده است. هر ژن دارای سهمی در تعیین شکل ظاهری و عملکرد فرد است. ژن‌ها از طریق داشتن اطلاعات مربوط به انجام واکنش‌های شیمیایی پیچیده در سلول، اثر خود را اعمال می‌کنند. به این صورت که پیام‌های کد شده (ژن‌ها) در DNA، در سلول به صورت دستورالعمل انجام واکنش‌ها ترجمه می‌شود. تفاوت‌های بین افراد عمدتاً ناشی از تنوع و ترتیب قرار گرفتن بازهای نوکلئوتیدی در DNA است.

شباهت‌های ژنتیکی

توالی DNA افراد به طرز عجیبی به یک دیگر شباهت دارد. درصد‌های زیر نشان می‌دهد که این شباهت‌ها چقدر است. همچنین DNA انسان، شباهت زیادی به DNA شمشاد دارد.

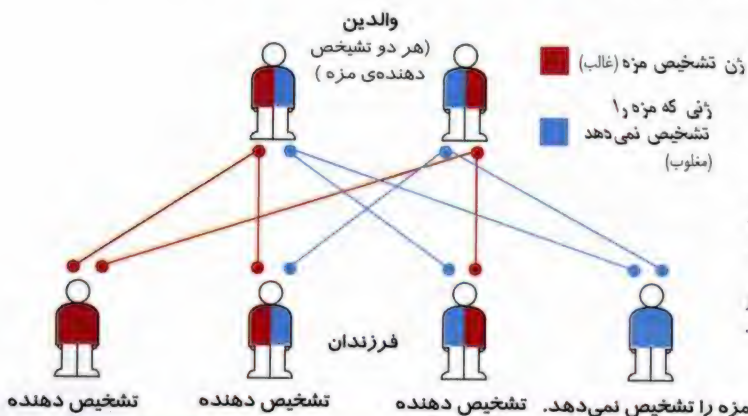
دوقلوهای یکسان	۱۰۰٪
دو برادر یا خواهر	۹۹/۹۵٪
دو فرد بیگانه	۹۹/۹٪
انسان و شمشاد	۹۹٪

► توالی DNA

این تصویر بخش کوچکی از توالی DNA در انسان را به وسیله‌ی کامپیوتر نشان می‌دهد. این کار نتیجه‌ی مطالعات دانشمندان در سراسر جهان بر روی پروژه‌ای است که «تعیین ژنوم انسان» نام دارد. یکی از هدف‌های این پروژه تعیین توالی واقعی چهار باز نوکلئوتیدی در DNA انسان بوده است. این هدف حاصل شده است، دانشمندان هم اکنون در حال مطالعه‌ی انواع توالی در ژن‌ها هستند که سبب تفاوت افراد از یک دیگر می‌شود.

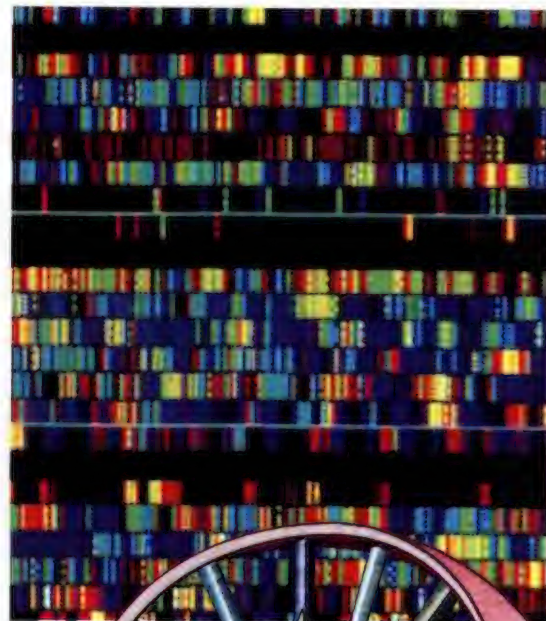
وراثت

اعضای یک خانواده اغلب از جهت برخی از صفاتی که به وسیله ژن‌ها کنترل می‌شوند، مثل رنگ چشم، به هم شبیه‌اند. برخی از این صفات فقط به وسیله‌ی دو ژن کنترل می‌شوند که هر ژن از یکی از والدین دریافت شده است. هر یک از اعضای این جفت ژن به یک شکل یا دو و یا چندین شکل وجود دارد که هر یک اثر متفاوتی دارند. یکی از این شکل‌ها «غالب» نام دارد و می‌تواند جلوی بروز اثر ژن دیگر را بگیرد. چنین ژنی هرگاه به تنهایی به ارث برسد اثرش ظاهر می‌شود. اما برخی دیگر از ژن‌ها که مغلوب نامیده می‌شوند نمی‌توانند به تنهایی اثر خود را بروز دهند و اثر آن‌ها فقط در حالتی بروز می‌کند که به صورت یک جفت مشابه باشند و هر کدام از یکی از والدین به ارث رسیده باشند.



به ارث رسیدن یک صفت

یکی از نمونه‌های ساده‌ی وراثت، به ارث رسیدن صفت تشخیص طعم ماده‌ای به نام فنیل تیوکاربامید (PTC) است. فنیل تیوکاربامید ماده‌ی تلخ مزه‌ای است که در برخی از میوه‌ها و سبزی‌ها وجود دارد. فقط دو سوم افراد می‌توانند طعم این ماده را درک کنند. تشخیص طعم PTC وابسته به ارث بردن حداقل یک نسخه از ژن غالب تشخیص دهنده‌ی مزه PTC است. افرادی که طعم PTC را احساس نمی‌کنند، افرادی هستند که هر دو ژن مغلوب این صفت را از والدین خود دریافت کرده‌اند.



رشد

فرایند رشد و نمو در تمام طول عمر ادامه دارد. رشد و نمو شامل تغییرات فیزیکی، مثل افزایش طول قد، که در دوران کودکی رخ می‌دهد، و تغییرات ذهنی، مثل فراگیری مهارت‌های مختلف است که از اوایل کودکی تا بزرگسالی ادامه دارد. یک مرحله‌ی مهم در رشد و نمو **بلوغ** است؛ یعنی زمانی که رشد دستگاه تولید مثلی دختران و پسران کامل می‌شود. در تمام عمر سلول‌های فرسوده از بین می‌روند و بدن دائماً سلول‌های جدیدی برای ترمیم بخش‌های فرسوده تولید می‌کند. **پیری** فرایندی طبیعی است که در نتیجه‌ی کندشدن عمل ترمیم و بازسازی در بدن پیش می‌آید.

رشد مهارت‌ها در کودکان

۱۲ ماهگی

در حدود ۱۲ ماهگی، بسیاری از کودکان می‌توانند چیزی را با انگشت شست و سایر انگشتان بگیرند، می‌توانند با دست غذا بخورند، با استفاده از تکیه گاه راه بروند و کلمات ساده‌ای مثل بابا و ماما را ادا کنند.

۱۸ ماهگی

بسیاری از کودکان در این سن می‌توانند نوشیدنی‌ها را با فنجان بخورند. کفش‌ها و جوراب‌های خود را درآورند، صفحات کتاب را ورق بزنند و از خط خطی کردن لذت ببرند. برخی می‌توانند چشم‌ها، بینی و دهان خود را نشان دهند.

۲ سالگی

کودکان در این سن راه افتاده‌اند، می‌توانند با گذاشتن قطعاتی روی هم برج بسازند، تویی را با پا بزنند، قسمت‌های مختلف بدن خود را نشان دهند، با قاشق و چنگال غذا بخورند و لباس خود را بدون کمک درآورند. برخی از کودکان در این سن می‌توانند خط مستقیمی رسم کنند.

۳ سالگی

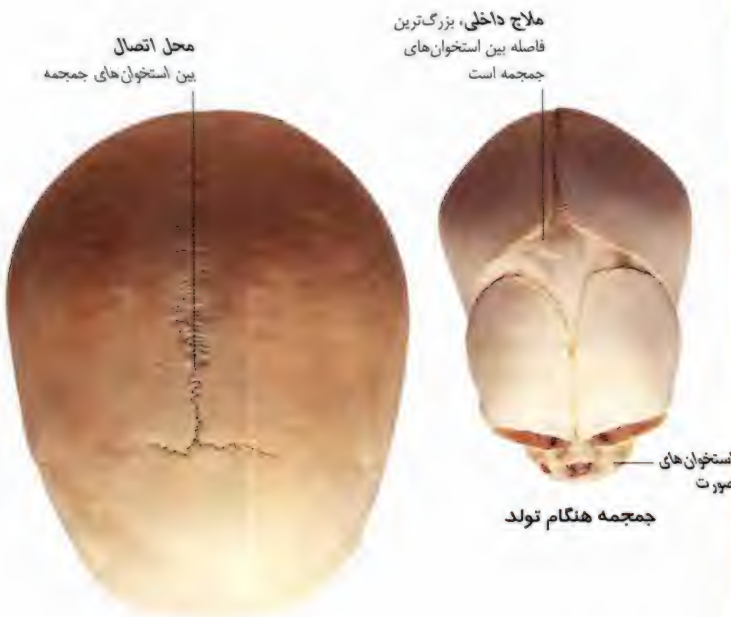
کودکان در سه سالگی معمولاً می‌توانند با استفاده از قاشق و چنگال غذا بخورند. بسیاری از آن‌ها می‌توانند دایره بکشند، سه‌چرخه‌سواری کنند، جمله‌های کوتاهی را بیان کنند و تند بولند. بیش‌تر آن‌ها در این سن نام کوچک و فامیلی خود را می‌دانند.

۴ سالگی

بسیاری از کودکان در این سن می‌توانند لباس خود را بدون کمک بپوشند، شکل ساده‌ای از آدمی را نقاشی کنند، مربعی رسم کنند و خط بکشند، از یک تا ۱۰ بشمارند و دندان‌های خود را مسواک بزنند.

۶ سالگی

در ۶ سالگی برخی از کودکان می‌توانند بند کفش خود را ببندند، بالا و پایین ببرند و تویی را بگیرند، مثلث رسم کنند به روشنی و صراحت صحبت کنند. آن‌ها می‌توانند تصویر آدمی را با جزئیاتش نقاشی کنند.



جمجمه هنگام تولد

جمجمه فرد بزرگسال

رشد استخوان‌ها

هنگام تولد بیش‌تر بخش‌های اسکلت از غضروف ساخته شده است. استخوانی شدن بخش‌های غضروفی اسکلت در طول کودکی و نوجوانی انجام می‌گیرد و در حدود بیست سالگی تمام می‌شود. سلول‌هایی به نام سلول‌های استخوانی این کار را با اضافه کردن کلسیم به غضروف انجام می‌دهند.

رشد جمجمه

جمجمه در دوران کودکی به موازات رشد مغز، رشد می‌کند. هنگام تولد، استخوان‌های جمجمه از یک دیگر فاصله دارند. فاصله بین استخوان‌ها به وسیله‌ی بافت رشته‌ای به نام ملاج پر شده است. ملاج داخلی حدود ۱۸ ماهگی، و ملاج پشتی که بیش‌تر آن در عقب سر قرار گرفته است در حدود ۳ ماهگی به وسیله‌ی بافت استخوانی پر می‌شود.

تقریباً همه بخش‌های غضروفی استخوانی شده‌اند

بخش نازک غضروفی بین استخوان‌ها



بیست سالگی

سیزده سالگی

یک سالگی

هنگام افزایش سن، سرعت ترمیم و بازسازی سلول‌ها کند می‌شود. پوست خاصیت ارتجاعی خود را از دست می‌دهد و چروک‌ها ظاهر می‌شوند. تراکم بافت استخوانی به تدریج کاهش می‌یابد. توانایی ترمیم در بدن نیز به تدریج کاهش می‌یابد. جراحات‌ها دیرتر بهبود می‌یابند و شکستگی‌های احتمالی استخوان نیز دیرتر خوب می‌شود. توانایی انطباق عدسی چشم کم می‌شود و اغلب مردم در ۵۰ سالگی برای مطالعه به عینک نیاز پیدا می‌کنند. با این وجود، با حجم دانشی که در طول عمر کسب شده انسان می‌تواند، دوران پیری را یکی از لذت بخش‌ترین ایام زندگی کند.



▼ ضعف استخوان‌ها

هنگام پیری بافت استخوان‌ها به‌طور طبیعی به تدریج از بین می‌رود. در برخی از افراد مسن ضعف استخوان‌ها شدیدتر است و خطر شکستگی آن‌ها را بالا می‌برد. این عکس که به وسیله پرتو ایکس از ستون فقرات گرفته شده است نشان می‌دهد که مهره‌ها به شدت ضعیف و لاغر شده‌اند و شخص مبتلا به بیماری پوکی استخوان شده است. یکی از مهره‌ها فشرده و مثلثی شکل شده است. که ممکن است باعث خم شدن کمر شود.

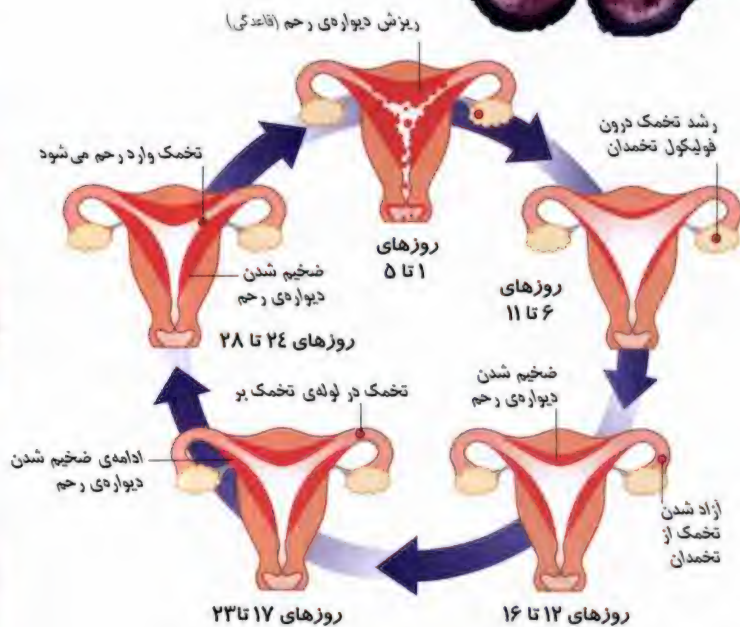


دختران در سنین ۱۰ تا ۱۴ سالگی و پسران در ۱۲ تا ۱۵ سالگی به بلوغ جنسی می‌رسند. تغییرات هورمونی رشد و نمو را تسریع می‌کنند، تغییراتی در شکل بدن می‌دهند و رشد و نمو اندام‌های تناسلی را سبب می‌شوند، دوره‌ی قاعدگی در دختران شروع می‌شود و در پسران، بیضه‌ها شروع به ساختن اسپرم می‌کنند. در پایان دوران کودکی، دختران و پسران بیش‌تر از وضع خود آگاهی پیدا می‌کنند و مستقل می‌شوند.



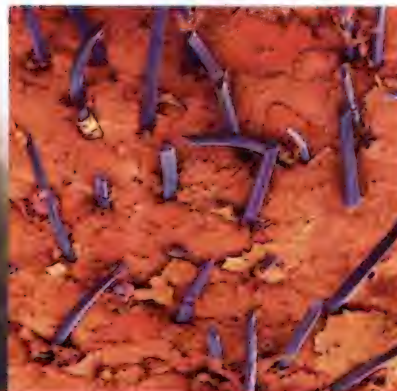
► باکتری آکنه (جوش جوانی)

یکی از تغییرات معمول که در هنگام بلوغ در پسران و دختران پیش می‌آید، زدن جوش در پوست است. این جوش‌ها که به جوش‌های جوانی یا آکنه معروفند بر اثر فعالیت بیش از حد غده‌های چربی پوست تحت تأثیر هورمون‌های جنسی به وجود می‌آیند. چربی که توسط این غده‌ها تولید می‌شود متغذ غده‌ی پیاز مو را می‌بندد و شرایط مناسبی را برای رشد باکتری‌ها فراهم می‌کند.



▲ دوره‌ی قاعدگی

در طول سنین جوانی در دختران در هر ماه، یکی از تخمک‌های نارس که هنگام تولد در تخمدان‌ها وجود داشته است، شروع به رشد و نمو می‌کند و آزاد می‌شود. دیواره‌ی رحم در هر ماه برای آماده شدن برای رشد و نمو سلول تخم، رشد می‌کند و ضخیم می‌شود. وقتی لقاح پیش نمی‌آید دیواره‌ی رحم در پایان ماه ریزش می‌کند (عادت ماهانه یا قاعدگی). دوره‌ی قاعدگی به وسیله هورمون‌هایی که توسط غده‌ی هیپوفیز و تخمدان‌ها تولید شده است، تنظیم می‌شود.



◀ موهای صورت

در دختران و پسران هنگام بلوغ در زیر بغل و زهار مو درمی‌آید. علاوه بر این، در پسران صورت و در تعدادی از آن‌ها سینه نیز مو در می‌آورد. رشد موها ناشی از افزایش ترشح هورمون تستوسترون است. علاوه بر این، صدای پسران به دلیل رشد و قطور شدن تارهای صوتی آن‌ها، بم می‌شود.

سلامتی

عوامل زیادی در سلامت بدن و اندیشه نقش دارند. این عوامل شامل انجام ورزش فراوان، داشتن رژیم غذایی سالم و رعایت برخی از اصول اساسی بهداشت است. سایر عواملی که در سلامتی دخالت دارند عبارتند از: داشتن خواب کافی، انجام واکسیناسیون لازم در هر گروه سنی و داشتن معاینات پزشکی منظم. مردم همچنین با اجتناب از برخی عادات مضر، مثل سیگار کشیدن، می‌توانند خطر ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها را کاهش دهند.

ورزش

ورزش کردن منظم سبب حفظ تناسب اندام می‌شود. تناسب اندام نقش حیاتی در سلامت بدن دارد. حتی انجام ورزش‌های سبک و منظم به حفظ بدن در برابر بیماری‌ها کمک می‌کند و سبب افزایش طول عمر می‌شود. ورزش کردن منظم به همان اندازه که لذت بخش است و سبب افزایش قدرت و انعطاف‌پذیری بدن می‌شود، سبب افزایش کارایی ماهیچه‌ها، قلب و دستگاه گردش خون نیز می‌شود. ورزش کردن همچنین می‌تواند مانع افزایش وزن شود. افزایش وزن تأثیرات منفی زیادی روی سلامتی دارد.

ورزش‌های موثر در تناسب اندام			
فعالیت	استقامت	انعطاف‌پذیری	قدرت بدنی
بسکتبال	xxx	xx	x
دوچرخه سواری (سرعت)	xxx	x	xx
باله	xx	xxx	x
تپه‌نوردی	xx	x	x
دویدن	xxx	x	x
جودو	x	xxx	x
اسکی (سرعت)	xxx	x	x
فوتبال	xxx	x	x
شنا	xxx	xxx	xxx
تنیس	x	xx	x
یوگا	x	xxx	x
راهنما:	x خوب	xx خیلی خوب	xxx عالی



▲ گرفتن نبض

شما می‌توانید با اندازه‌گیری تعداد نبض خود (ضربان قلب) سلامتی خود را بسنجید. برای اندازه‌گیری تعداد نبض مطابق شکل عمل کنید و تعداد ضربان نبض را در دقیقه بشمارید. بعد از ۵ دقیقه ورزش سرعت نبض افزایش می‌یابد. در فرد سالم در مدت چند دقیقه ضربان نبض به حالت معمول خود برمی‌گردد.

بهداشت

رعایت بهداشت از دو راه اساسی صورت می‌گیرد. یکی از آن‌ها انجام کارهایی است که فعالیت میکروب‌ها را محدود می‌کند و مانع پراکندگی آن‌ها می‌شود، مثل شستن دست‌ها قبل از غذا خوردن و یا بعد از بیرون آمدن از دستشویی و بازی کردن با حیوانات خانگی، و دیگری اعمالی که سبب تمیزی دائمی و بد بو نبودن می‌شود، مثل حمام کردن منظم و شستن کامل بدن با آب و صابون.



▲ استفاده از نخ دندان

نگه‌داری و مراقبت از دندان‌ها و لثه نقش بسیار مهمی در جلوگیری از پوسیدگی دندان و بیماری‌های لثه دارد. استفاده‌ی روزانه از نخ دندان و روزی دو بار مسواک زدن در سلامت و بهداشت دهان و دندان و لثه بسیار موثر است.

◀ شنا کردن

شنا کردن، دوچرخه سواری، پیاده روی و دویدن از ورزش‌هایی هستند که به راحتی قابل انجامند و ورزش‌های آفروبیک (هوازی) نامیده می‌شوند. این گونه ورزش‌ها و فعالیت‌ها را می‌توان بدون وقفه به مدت دوازده دقیقه انجام داد. این ورزش‌ها هنگام انجام سبب مصرف مرتب اکسیژن برای کسب انرژی به وسیله‌ی ماهیچه‌ها می‌شوند. بسیاری از افراد این گونه ورزش‌ها را حداقل سه بار در هفته و هر بار به مدت بیست دقیقه انجام می‌دهند. این امر سبب می‌شود که همواره دارای سلامت فکر و اندام مناسب باشند.



رژیم غذایی

یک رژیم غذایی سالم همه‌ی مواد غذایی لازم برای رشد و نمو و انجام اعمال طبیعی بدن را فراهم می‌کند. این رژیم غذایی شامل پروتئین‌ها، هیدرات‌های کربن، مقداری چربی، مقادیر کمی از انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی است. پروتئین‌ها مواد لازم برای رشد و نمو و ترمیم را فراهم می‌کنند. هیدرات‌های کربن و چربی‌ها تولید انرژی در بدن را به‌عهده دارند. ویتامین‌ها و مواد معدنی برای انجام بسیاری از اعمال بدن ضروری هستند. در رژیم غذایی باید مقداری هم الیاف گیاهی (بخش غیرقابل گوارش مواد گیاهی) وجود داشته باشد. به‌طور معمول، خوردن مخلوطی از غذاهای مختلف، تمام مواد غذایی مورد نیاز بدن را تأمین می‌کند. برای داشتن سلامتی کامل، باید مقدار مصرف مواد غذایی دارای قند و چربی زیاد را محدود کرد.



▲ هرم غذایی

یک روش برای داشتن رژیم غذایی سالم، مصرف غذاهای یک هرم غذایی است. در رژیم غذایی یک فرد باید مواد غذایی سطوح پایین هرم، مثل غذاهای غنی از هیدراتهای کربن، سبزیجات و میوه‌ها، به مقدار زیاد وجود داشته باشد. این مواد غذایی نیاز به انرژی، الیاف گیاهی، ویتامین‌ها و مواد معدنی را برطرف می‌کنند. مواد غذایی پروتئینی در ردیف میانی هرم باید به مقدار متوسط و کافی مصرف شوند. غذاهای که در بالای هرم قرار دارند، انرژی را هستند اما از نظر تندرستی بسیاری از مواد غذایی مورد نیاز بدن فقیرند، بنابراین باید به مقدار کم مصرف شوند.

اجزای غذای چینی،

لال شیرین، کلم بروکلی،
هویج، فلفل قرمز، فلفل
معمولی و مارچوبه

<p>برخی از تهدید کننده های سلامتی</p>	<p>فعالیت</p>
<p>خطرات</p>	<p>کشییدن سیگار</p>
<p>کشیدن سیگار برای سلامتی بسیار خطرناک است. کشیدن سیگار عامل بسیاری از سرطان ها، صدمه به شش ها، ناراحتی های قلبی و کاهش طول عمر است.</p>	<p>مصرف الکل</p>
<p>مصرف الکل سبب صدمات جدی به بسیاری از اندام های بدن می شود و خطر ابتلا به سرطان را افزایش می دهد. الکل اعتیاد آور نیز هست و مشکلات ذهنی هم به وجود می آورد.</p>	<p>مواد مخدر</p>
<p>مصرف مواد مخدر سبب ایجاد صدمات جدی به سلامت بدن و ذهن می شود و اعتیاد آور است.</p>	



▲ غذاهای تازه

رژیم غذایی سالم باید محتوی مخلوطی از مواد غذایی تازه، مثل مواد غذایی که در این غذای چینی می‌بینید، باشد. برای داشتن یک رژیم غذایی متعادل، این مواد غذایی باید با یک ماده‌ی غذایی غنی از هیدرات‌های کربن، مثل برنج و یک غذای پروتئینی، مثل مقداری جوجه سوخاری، مخلوط شوند. یکی از فواید رژیم غذایی غنی از سبزیجات و کدو الیاف گیاهی در آن‌هاست، الیاف‌گیاهی به‌به گوارش مواد غذایی در روده‌ها کمک می‌کنند.

بیماری‌ها

برخی از اقسام بیماری‌ها	
طبیقه	علت و مثال
سوء تغذیه	فقدان یک ماده‌ی اساسی در رژیم غذایی مثال: بیماری اسکوربوت ناشی از اختلالات ژنتیکی هموفیلی و سیستم فیبرولیز
وراثت	یک ژن ناقص مثال: بیماری هموفیلی
بیماری‌های فرساینده‌ی بدن	از بین رفتن تدریجی اعمال بخشی‌هایی از بدن مثال: بیماری آرتروز استخوان
اختلالات هورمونی	به هم خوردن تعادل هورمونی در بدن مثال: بیماری دیابت
بیماری‌های خودایمنی	حمله دستگاه ایمنی بدن به بافت‌های خود بدن مثال: بیماری رماتیسم مفصلی
حساسیت‌های خارجی	حساسیت دستگاه ایمنی به برخی از مواد مثال: بیماری تب یونجه

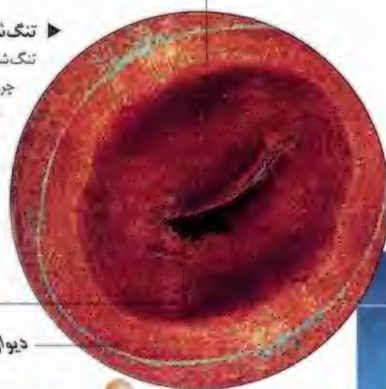
هنگامی که فردی مبتلا به یک بیماری است، بخشی از اعمال بدنش به‌خوبی انجام نمی‌گیرد. هر یک از بیماری‌ها دارای علائمی است. این علائم در شناخت بیماری به پزشک کمک می‌کنند. سه گروه از بیماری‌های شایع عبارتند از: **بیماری‌های قلبی، بیماری‌های واگیر و سرطان‌ها.** عوامل زیادی وجود دارد که بر احتمال ابتلا به بیماری‌ها اثر می‌گذارند. مثلاً کشیدن سیگار عامل شناخته شده‌ای در افزایش خطر ابتلا به بسیاری از بیماری‌ها، و ورزش منظم سبب کاهش ابتلا به بیماری‌هاست.

بیماری‌های قلبی

بیماری‌های قلبی ناشی از تنگ‌تر شدن سرخرگ‌ها یا شریان‌های قلبی است، که خون را به ماهیچه‌ی قلب می‌رسانند. کشیدن سیگار، داشتن وزن اضافی، خوردن غذاهای پرچرب و ورزش نکردن برخی از عواملی هستند که خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی را افزایش می‌دهند. ناراحتی قلبی در کشورهای ثروتمند فراوان است. مصرف دارو و در برخی مواقع جراحی، راه‌های درمان بیماری‌های قلبی‌اند.

تنگ‌شدن سرخرگ

تنگ‌شدن رگ‌های قلبی در بیماری قلبی ناشی از رسوب چربی‌ها در دیواره‌ی داخلی این رگ‌هاست. در این تصویر بسته شدن سرخرگ به دلیل رسوب چربی‌ها نشان داده شده است. رسوب چربی‌ها می‌تواند حتی در سرخرگ‌های تغذیه‌کننده مغز هم پیش بیاید. در چنین شرایطی، خون‌رسانی به بخشی از مغز قطع می‌شود و سکنه مغزی رخ می‌دهد.



تنگ‌شدن سرخرگ

جریان خون را محدود می‌کند

دیواره‌ی سرخرگ

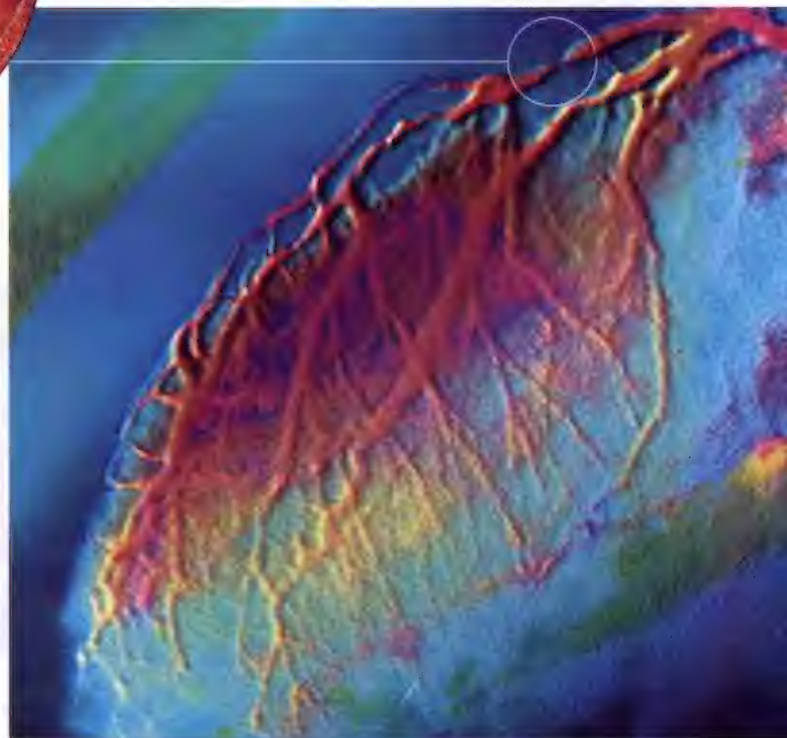
مولکول پروتئین

مولکول اسید چرب

مولکول کلسترول

حمل‌کننده‌ی کلسترول

به‌نظر می‌رسد تراکم بالای ذرات حمل‌کننده‌ی کلسترول در خون، سبب افزایش خطر رسوب چربی‌ها می‌شود. ذرات لیوپروتئین یا چگالی کم (LDL)، موادی هستند که از ترکیب مواد چرب یا برخی از پروتئین‌ها به‌وجود می‌آیند. حجم بالای این مواد در خون نشان‌دهنده‌ی وجود چربی‌های زیاد حیوانی در رژیم غذایی است.



▲ بیماری سرخرگ‌های قلبی

این تصویر که به کمک پرتو ایکس گرفته شده است، بخش باریک و تنگ شده (دایره‌ی سفید) در یکی از سرخرگ‌های قلبی را نشان می‌دهد. در این تصویر، این سرخرگ‌ها با تزریق ماده‌ی رنگی، قابل رویت شده‌اند. هرگاه این بیماری باعث شود که قسمتی از سرخرگ قلبی بسته شود، خون‌رسانی به بخشی از ماهیچه‌ی قلب متوقف می‌شود و ماهیچه از کار می‌افتد. چنین حالتی منجر به حمله‌ی قلبی می‌شود و ممکن است کشنده باشد.

بیماری‌های واگیر

بیماری‌های واگیر، بیماری‌هایی هستند که توسط میکروب‌هایی که به بافت‌ها و اندام‌های بدن حمله می‌کنند و بر اعمال آن تأثیر سوء می‌گذارند، ایجاد می‌شوند. این بیماری‌ها می‌توانند از شخصی به شخص دیگر منتقل شوند و روی بخش‌های مختلف بدن تأثیر بگذارند. سه گروه اصلی میکروب‌ها، باکتری‌ها و ویروس‌ها هستند. انواع دیگری مثل قارچ‌ها، آغازیان و کرم‌ها نیز ممکن است بیماری‌زا باشند. بسیاری از بیماری‌های واگیر به وسیله دارو درمان می‌شوند.

► باکتری‌ها

باکتری‌ها جانوران تک سلولی با ساختمانی ساده هستند. برخی از باکتری‌ها با آزاد کردن مواد سمی سبب بیماری می‌شوند. باکتری‌هایی که در این شکل می‌بینید، عامل بیماری خطرناک مننژیت هستند. مننژیت بیماری خطرناکی است که سبب التهاب پرده‌ی پوشاننده مغز و نخاع می‌شود. برخی دیگر از بیماری‌های باکتریایی عبارتند از: وپاء، حصیه، ذات‌الریه و سل.

دزدی ویروسی

به صورت جوانه‌ای از سطح گلیول سفید آلوده، بیرون زده است

سطح سلول گلیول سفیدی

که یکی از انواع لنفوسیت‌ها موسوم به لنفوسیت T است

سیتوپلاسم، حاوی مواد ژنتیکی باکتری

غشایی که اطراف سیتوپلاسم را گرفته است

کپسول باکتری، پوشش محکم و محافظ باکتری

◀ ویروس نقص ایمنی بدن انسان (HIV)

ویروس‌ها کوچک‌ترین موجودات بیماری‌زا هستند. آن‌ها برای تکثیر باید به سلول‌های زنده حمله کنند. ویروس HIV (عامل بیماری ایدز)، به گلیول‌های سفید خون حمله و آن‌ها را آلوده می‌کند. ویروس در بدن فرد آلوده تکثیر می‌یابد و سبب ضعف دستگاه ایمنی فرد می‌شود. برخی دیگر از بیماری‌های ویروسی عبارتند از: سرماخوردگی، آنفلوآنزا، سرخک و اوریون.

سرطان

در سرطان سلول‌های بدن با سرعت و بدون کنترل رشد و تکثیر می‌یابند. این سلول‌ها اغلب به صورت گروهی دور هم جمع می‌شوند و توده‌ای سلولی به نام تومور را به وجود می‌آورند. از شایع‌ترین سرطان‌ها در انسان، سرطان ریه (شش)، سرطان روده‌ی بزرگ و سرطان سینه است. سلول‌های تومور ممکن است به بافت‌های اطراف خود و دیگر بخش‌های بدن هم سرایت کنند. در چنین حالتی سرطان کشنده می‌شود. اما امروزه، با انتخاب روش‌های درمانی متنوع، برخی سرطان‌ها را می‌توان معالجه کرد.



سلول سرطانی، دارای هسته‌ی بزرگ غیرطبیعی و سیتوپلاسم کم است

سلول طبیعی، هسته‌ی کوچکی دارد

► سلول‌های سرطانی سینه

در این تصویر میکروسکوپی، سلول‌های طبیعی و سلول‌های سرطانی شده‌ی سینه دیده می‌شوند. مثل انواع دیگر سرطان‌ها، عوامل زیادی ممکن است سبب بروز سرطان سینه شوند. در برخی از موارد سرطان سینه عامل ژنتیکی دارد و ارثی است. راه درمان بیماری انجام عمل جراحی، استفاده از داروهای ضدسرطان و پرتودرمانی است.

پلی موکتی از مواد ژله مانند بین دو سلول
بر چسبگی‌های غیر طبیعی

▲ سلول‌های سرطانی ریه (شش)

در این تصویر، سلول سرطانی شش را در حال تقسیم به دو سلول مشاهده می‌کنید. سرطان شش یکی از شایع‌ترین انواع سرطان‌هاست. عامل اصلی سرطان شش کشیدن سیگار است. راه‌های معالجه شامل انجام عمل جراحی، استفاده از داروهای ضدسرطان و پرتودرمانی است. در پرتودرمانی از پرتوهای با شدت بالا استفاده می‌شود.

پزشکی

پزشکی علم درمان بیماری‌ها و صدماتی است که به بدن وارد می‌شود. یکی از مهم‌ترین جنبه‌های علم پزشکی، **پزشکی پیشگیری** است که شامل راه‌های ممانعت از پیشرفت بیماری و توقف آن است. دو جنبه‌ی مهم کار پزشکان در درمان بیماری‌ها یکی **تشخیص** آن چه سبب بیماری شده است و دیگری **درمان** آن است.

پنی‌سلین

این تصویر میکروسکوپی برخی از انواع قارچ‌هایی را که از آن‌ها داروی پنی‌سلین را می‌گیرند، نشان می‌دهد. پنی‌سلین آنتی‌بیوتیک بسیار مهمی است که می‌تواند باکتری‌ها را از بین ببرد. از زمان کشف پنی‌سلین در سال ۱۹۲۸ میلادی تاکنون آنتی‌بیوتیک‌های زیادی کشف شده‌اند. کشف این آنتی‌بیوتیک‌ها سبب نجات جان افراد بسیاری در سراسر دنیا شده است.

آموزش بهداشت

یکی از نقش‌های مهم پزشکان آموزش علل بیماری‌ها و راه‌های جلوگیری از ابتلا به آن‌هاست. نکاتی که در هر منطقه از دنیا در آموزش بهداشت مورد توجه قرار می‌گیرد، با مناطق دیگر متفاوت است. مردمی که در هند زندگی می‌کنند، بیش‌تر درباره‌ی بیماری‌هایی آموزش می‌بینند که عامل بیماری به‌وسیله‌ی حشرات منتقل می‌شود. در کشورهای توسعه یافته، نکات اصلی که در آموزش بهداشت مطرح می‌شود، شامل نکشیدن سیگار، داشتن رژیم غذایی مناسب و ورزش و فعالیت منظم است.

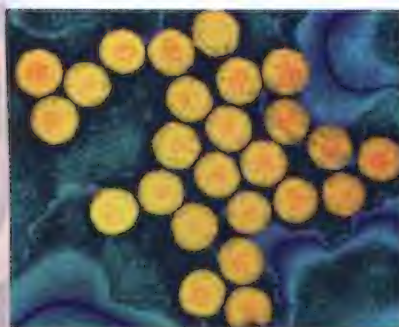


پزشکی پیشگیری

از جمله کارهایی که می‌توان برای کاهش ابتلا به بیماری و داشتن یک زندگی سالم انجام داد، داشتن برنامه‌ی واکسیناسیون منظم در برابر بیماری‌هایی مثل فلج اطفال، اوریون و سرخک است. پزشکان برای هر سنی معاینه‌ها و آزمایش‌های پزشکی خاصی را توصیه می‌کنند. برخی از این آزمایش‌ها شامل سنجش بینایی، اندازه‌گیری فشار خون، ماموگرافی (تشخیص سرطان سینه) است که با هدف تشخیص بیماری در مرحله‌ای که هنوز قابل درمان است، انجام می‌گیرد. روی افرادی که در معرض خطر ابتلا به یک بیماری هستند (مثلاً خانواده‌ای که در آن فرد بیماری وجود دارد)، ممکن است معاینه‌ها و آزمایش‌های ویژه‌ای انجام شود.

واکسیناسیون

این تصویر میکروسکوپی گروهی از ویروس‌های عامل بیماری فلج اطفال را نشان می‌دهد. فلج اطفال با انجام برنامه‌های واکسیناسیون در خیلی از کشورها، ریشه‌کن شده است. برخی از واکسن‌ها به‌صورت متناوب و در سنین مختلف به کودکان تزریق می‌شود. برخی از واکسن‌ها زمانی به فرد تزریق می‌شوند که قصد سفر به مناطقی از دنیا را داشته باشند که در آن‌جا بیماری خاصی شیوع دارد. بیش‌تر واکسن‌ها تزریقی هستند ولی واکسن فلج اطفال خوراکی است و هنگام واکسیناسیون آن را به‌صورت قطره روی زبان کودک می‌چکانند.



معاینه‌های منظم

بسیاری از افراد به علت این که در معرض خطر ابتلا به بیماری‌های قلبی و یا سکنه‌ی مغزی قرار دارند به‌طور مرتب و منظم به‌وسیله پزشک معاینه می‌شوند. در این معاینه‌ها اغلب فشار خون اندازه‌گیری می‌شود. همان‌طور که در شکل می‌بینید، فشار خون اندازه گرفته شده بیش از حد طبیعی است. اگر فشار خون پس از چند بار اندازه‌گیری همچنان بالا باقی بماند، نشانه‌ی نوعی نارسایی و بیماری است؛ بنابراین درمان آن بایستی شروع شود.



تشخیص بیماری

پزشک برای تشخیص یک بیماری ابتدا با بیمار درباره‌ی علائم آن و برخی از عوامل مرتبط با بیماری، مثل خانواده، شغل و شیوه‌ی زندگی بیمار، گفتگو می‌کند. این عمل ممکن است با یک سری معاینه‌های بدن بیمار ادامه یابد. این اطلاعات به پزشک کمک می‌کند تا او بتواند آزمایش‌های دقیق‌تری را برای تشخیص بیماری انجام دهد. این آزمایش‌ها ممکن است شامل گرفتن عکس و یا رفتن به آزمایشگاه‌های طبی باشد.

▲ تشخیص آزمایشگاهی

آزمایش خون یکی از آزمایش‌های متداول برای تشخیص سلامتی و بیماری است. با آزمایش خون اطلاعات زیادی درباره‌ی اعمال بخش‌های مختلف بدن به‌دست می‌آید. آزمایش خون را می‌توان با هدف‌های متفاوتی انجام داد؛ مثلاً با آزمایش خون می‌توان اطلاعات زیادی را درباره‌ی اعمال کبد به‌دست آورد.

► تصویربرداری با پرتو ایکس

استفاده از پرتو روش بسیار متداولی برای تصویربرداری است. به کمک پرتو ایکس می‌توان از استخوان تصویربرداری و مثلاً میزان شکستگی آن را مشخص کرد. مانند این تصویر که شکستگی استخوان بازو را نشان می‌دهد. همچنین با استفاده از پرتو ایکس می‌توان از قفسه‌ی سینه تصویربرداری و در شرایط خاصی هرگونه عفونت در شش‌ها را ردیابی کرد و یا به معاینه‌ی قلب پرداخت.



درمان

پزشکان و همکاران آن‌ها برای درمان بیماری از روش‌های مختلف درمانی استفاده می‌کنند. این روش‌ها شامل تجویز دارو، فیزیوتراپی، انجام عمل جراحی و گفتار درمانی است. برخی از روش‌های درمانی، بیش از آن که به سلامت جسمانی فرد بپردازند، متوجه درمان روانی او هستند. این روش‌ها شامل مشاوره‌هایی است که فرد را به بیان اضطراب‌ها و نگرانی‌هایش تشویق می‌کند.

◀ دارو درمانی

استفاده از داروهای جدید از طریق اصلاح تعادل شیمیایی بدن با هدف تسکین ناراحتی‌های ناشی از بیماری، درمان و یا کنترل بیماری صورت می‌گیرد. موادی که به‌عنوان دارو مصرف می‌شوند شامل طیف وسیعی از مولکول‌های ساده مثل آسپرین تا ترکیبات پیچیده پروتئینی‌اند.



مدل یک مولکول آسپرین

▲ فیزیوتراپی

فیزیوتراپی با استفاده از شکل‌های مختلف انرژی فیزیکی مثل حرارت، تمرینات ورزشی، الکتریسیته یا انرژی صوتی انجام می‌گیرد. فیزیوتراپی با سرعت بخشیدن به بهبود ناراحتی و افزایش توان و قابلیت انعطاف، سبب درمان بیماری می‌شود. در این شکل، از امواج فراصوتی (امواج صوتی با فرکانس بالا) برای افزایش سرعت بهبود آسیبی که به زانو وارد شده است، استفاده می‌شود. انواع دیگر فیزیوتراپی شامل آب درمانی، گرما درمانی و به کار بردن دستورات مختلف غذایی است.

فناوری پزشکی



استفاده از فناوری‌های جدید نقش مهم و فزاینده‌ای را در پزشکی نوین ایفا می‌کند. به کارگیری فناوری‌های بالای تصویربرداری به پزشکان این امکان را می‌دهد تا ساختارهای درونی بدن را با جزئیات شگفت‌انگیز آن‌ها مشاهده کنند. امروزه اعمال جراحی روز به روز بیشتر به استفاده از پرتو لیزر، روبات‌ها و یا رایانه متکی می‌شود، طوری که وجود این نوع فناوری برای مشاهده عمل بسیار ضروری است. امروزه اندام‌های مصنوعی برای جایگزینی بخش‌های معیوب بدن و یا به عنوان کمک کننده به اندام آسیب‌دیده کاربردی روز افزون پیدا کرده است.

صفحه‌ی نمایش آندوسکوپی، محل عمل جراحی را برای دستیابی جراح نشان می‌دهد

حرکات بازوهای روبات به وسیله‌ی ابزارهایی که در دستان جراح قرار دارند، کنترل می‌شوند

لامپ مخصوصی که اولاً شدت نور آن قابل تنظیم است و در ثانی گرمای بسیار کمی تولید می‌کند، این امر مانع از گرم شدن بیمار می‌شود

▶ روبات‌های جراح

در این شکل، انجام عمل جراحی قلب به وسیله‌ی روبات‌ها نشان داده شده است. در تمام مراحل عمل، جراح تصویری سه بعدی از عمل را در جعبه‌ی سیاه شبیه ساز مشاهده می‌کند. این سیستم امکان جراحی‌های بسیار دقیق را فراهم می‌کند، زیرا انتهای بازوهای روبات‌ها می‌توانند از شکافی به عرض فقط ۰/۵ سانتیمتر وارد قفسه سینه شوند. در این روش دستیار جراح، مراحل جراحی را به وسیله‌ی دستگاه‌های آندوسکوپی (لوله‌هایی مخصوصی که برای مشاهده‌ی بخش‌های درونی بدن وارد آن می‌کنند) روی صفحه‌ی تلویزیون مشاهده می‌کند.



بیمار روی تخت بیهوش خوابیده است

دستگاه شبیه ساز، تصویر سه بعدی نشان می‌دهد و اعمال جراح را به روبات‌ها منتقل می‌کند

جراح با مشاهده‌ی تصویری سه بعدی از محل عمل، حرکات روبات‌ها را کنترل می‌کند

فناوری بالای تصویربرداری

روش‌های پیشرفته امکان تصویربرداری از بخش‌های مختلف بدن، با جزئیات دقیق هر بخش، را فراهم کرده‌اند. برای این کار، ابتدا با تزریق ماده‌ی رنگی به بخش مورد نظر، آن را مشخص می‌کنند. سپس با کمک پرتو ایکس و یا با استفاده از روش‌هایی که می‌توان به مدد آن‌ها عکس‌های سه بعدی تهیه کرد، تصاویر مورد نظر را تهیه می‌کنند. برخی از روش‌ها علاوه بر نشان دادن ساختار بدن، اطلاعاتی درباره‌ی فعالیت آن‌ها نیز فراهم می‌کنند. مثلاً با استفاده از سونوگرافی می‌توان جریان خون را درون رگ‌ها مشاهده کرد.

به وسیله آندوسکوپی نیز ساختمان درونی اندام‌های بدن مستقیماً مورد مشاهده و معاینه قرار می‌گیرند.

بطن چایی مغز (بخش صورتی رنگ) یکی از چهار حفره‌ی مغز که از مایع پر شده است



تالاموس (بخش نارنجی و زرد رنگ)

▶ تصویر سه بعدی از مغز (ام.آر.آی)

این تصویر، که به وسیله فناوری پیشرفته‌ای به نام ام.آر.آی گرفته شده است، ساختمان درونی مغز را نشان می‌دهد. در این روش، بخشی از بدن که قرار است مورد معاینه قرار گیرد در یک میدان مغناطیسی قوی قرار داده می‌شود. سپس امواج رادیویی بدون ضرری آزاد می‌شوند. بعد از آن، یک رایانه با ثبت بازتابش امواج رادیویی از اندام‌های مورد نظر از آن تصویربرداری می‌کند. از فناوری ام.آر.آی اغلب برای گرفتن عکس از مغز و اندام‌های نرم استفاده می‌شود.

جراحی

روش‌های جراحی دائماً در حال پیشرفت هستند و هر روز روش جدیدی کشف می‌شود. سمت و سوی این پیشرفت‌ها، جراحی از طریق سوراخ‌های کلیدی است و همواره سعی می‌شود این سوراخ‌ها تا آن‌جا که ممکن است، کوچک‌تر باشند. جراحی میکروسکوپی، حوزه مهم دیگری از جراحی است. در این نوع جراحی، جراح با ابزار بسیار دقیقی می‌تواند به کار روی ساختار بسیار ظریفی مثل رشته‌ی عصبی بپردازد. وی در حین عمل جراح، محل جراحی را به کمک میکروسکوپ می‌بیند. امروزه با استفاده از جراحی پیوند اعضا، افرادی که دارای اندام صدمه دیده هستند می‌توانند به دریافت اندام سالم و پیوند آن به‌جای اندام آسیب دیده‌ی خود امیدوار باشند. اندام‌هایی مثل قلب، کلیه، کبد، رودی کوچک و شش از اندام‌هایی هستند که پیوند آن‌ها رایج است. آن‌چه هم اکنون به‌عنوان مشکل وجود دارد، تعداد اندک اندام‌های اهدایی است.

جراحی چشم به کمک لیزر

از پرتو لیزر به‌عنوان ابزاری برای بریدن و سوزاندن در انواع خاصی از جراحی‌ها مثل جراحی چشم استفاده می‌شود. از لیزر برای درمان نارسایی‌های شبکیه و قرنیه‌ی چشم استفاده می‌شود. همچنین از لیزر برای درمان برخی از بیماری‌های پوستی مثل لکه‌های پوستی مادرزادی و یا از بین بردن آثار خالکوبی استفاده می‌شود.

آرندوسکوپ

(دستگاه مفصل بینی، نوعی آندوسکوپ برای مشاهده‌ی مفاصل)

سوند جراحی

نمایشگر آندوسکوپ

جراحی سوراخ کلید

در این نوع جراحی سوراخ بسیار کوچکی بر روی پوست ایجاد می‌کنند و با استفاده از دستگاه آندوسکوپی محل عمل را مشاهده می‌کنند (در این شکل، جراحی روی زانو نشان داده شده است). دستگاه آندوسکوپی، بسیار کوچک‌تر از آن‌هایی هستند که در انواع دیگر جراحی استفاده می‌شوند. اهمیت این نوع جراحی در سرعت بهبودی جراحات ناشی از عمل است.

عضروف زانو

اندام‌های مصنوعی

استفاده از اندام‌های مصنوعی در جراحی‌ها، در حال پیشرفت است. وسایلی که امروزه استفاده می‌شوند شامل مفصل‌های مصنوعی برای لگن و زانوی صدمه دیده، حلقون مصنوعی که در گوش برای کمک به شنوایی افراد ناشنوا به‌کار گرفته می‌شود و خیلی اندام‌های مصنوعی دیگر است. امروزه برای درمان آب مروارید چشم، به‌جای عدسی معیوب چشم، یک عدسی پلاستیکی می‌گذارند. همچنین در حال حاضر، دریچه‌هایی معیوب قلب را با دریچه‌های که از بافت‌های انسانی و یا حیوانی و یا پلاستیک و فلز ساخته شده‌اند، جایگزین می‌کنند.

دستگاه تنظیم کننده‌ی ضربان قلب

این تصویر که به کمک پرتو ایکس تهیه شده است، یک دستگاه تنظیم ضربان قلب (ضربان‌ساز) را نشان می‌دهد. که در زیر پوست قفسه‌ی سینه کار گذاشته می‌شود. این دستگاه‌ها برای افرادی استفاده می‌شوند که قلب آن‌ها توانایی تولید جریان الکتریکی کافی برای ایجاد ضربان را ندارند. دستگاه تنظیم ضربان از طریق سیم امواج الکتریکی به‌درون قلب می‌فرستد. امواج الکتریکی سبب انقباض ماهیچه‌ی قلب و تنظیم ضربان آن می‌شوند.



تحقیقات پزشکی

هر ساله منابع مطالعاتی زیادی درباره‌ی بیماری‌ها و راه‌های جدید درمان آن‌ها تولید می‌شوند. تمرکز بسیاری از این مطالعات بر روی کشف داروهای جدید (مثلا برای درمان سرطان و بیماری‌های قلبی)، ساخت اندام‌های مصنوعی، تولید واکسن‌های جدید و نقش زن‌ها در بیماری‌هاست، حوزه‌ی مطالعاتی دیگر، کار روی سلول‌های بنیادی است. سلول‌های بنیادی سلول‌هایی هستند که همه‌ی انواع سلول‌ها از آن‌ها به وجود می‌آیند. سلول‌های بنیادی این قابلیت را دارند که می‌توانند را در آزمایشگاه‌ها برای تولید بافت‌های مختلف انسان کشت داده شوند تا در ترمیم اندام‌های آسیب دیده‌ی بدن استفاده شوند.

فناوری نانو در پزشکی

روزی این امکان فراهم خواهد شد تا روبات‌های بسیار کوچکی به نام نانوروبات تولید شوند و آن‌ها را برای انجام ماموریت‌های درمانی به درون بدن بفرستند. در این تصویر نقاشی شده، نانوروبات متحرکی نشان داده شده است که در حال از بین بردن یک گلبول سفید غیر طبیعی است. تحقیقات پزشکی تنها یکی از حوزه‌های مطالعاتی در زمینه‌ی فناوری نانو در آینده است.

گلبول سفید خون در حال تخریب

بخش حساس، میزان سختی جسمی را که باید نگه داشته شود مشخص می‌کند و به ریزپردازنده بازخورد می‌دهد

تحقیقات پزشکی medical technology

بیونیک

این دست مصنوعی به وسیله جگر کار می‌کند. این حس گر‌ها می‌توانند تکانه‌هایی را که در ماهیچه‌ی ساعد شخص استفاده کننده ایجاد می‌شود، درک کنند. ریز پردازنده‌هایی که در دست مصنوعی تعبیه شده‌اند، تکانه‌ها را دریافت و تحلیل می‌کنند و سپس فرمان مناسب را برای بخش‌های مکانیکی دست به منظور باز و بسته شدن آن ارسال می‌کنند. مسئله مهمی که در تولید این دستگاه‌ها وجود دارد حل مشکل همکاری همزمان بافت‌های زنده و ابزار غیرزنده با یک دیگر است. یک مشکل هم پیدا کردن راه‌هایی است که بهتر بتوانند تکانه‌ها را بین رشته‌های عصبی و دستگاه الکترونیکی مبادله کنند.

روکش، روی باتری‌ها و ریز پردازنده را می‌پوشاند

چرخ گردان موتور، حرکات انگشت را کنترل می‌کند

مفصل گردان، چرخش دست را ممکن می‌سازد

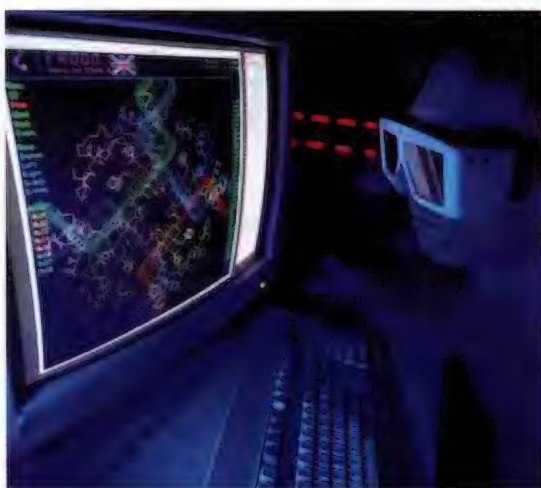
نوعی گلبول سفید خون

پروانه‌ی محرک روبات

نانو روبات

وارد جریان خون شده است

گلبول قرمز خون



طراحی دارو به وسیله‌ی کامپیوتر

محققین خلاق، اغلب از رایانه برای طراحی و ساخت داروهای جدید استفاده می‌کنند. به عنوان مثال، دانشمندان از یک مدل رایانه‌ای دارو استفاده می‌کنند و چگونگی واکنش آن را در مواجهه با یک مدل محل هدف دارو در بدن، بررسی می‌کنند. محققین سپس تغییراتی روی مولکول دارو می‌دهند و داروی مجازی را کامل می‌کنند قبل از این که آن را بنشانند، دارو باید در محیط واقعی آزمایش شود.

- ایرها ۷۶، ۲۳۸، ۲۳۹، ۲۴۲، ۲۴۴
آبرهای آگاه کنیده ایررسانه ها
آبرهای انورت ۱۸۴، ۱۸۵
آبرهای بین ستاره ای ۱۶۸
آبرهای توفان زا ۲۴۳، ۲۴۵
آبرهای توفانی ۱۸۲
آبرهای صاعقه زا ۷۶
آبرهای کومولونیموس ۲۴۲
آبرهای گاز ۱۶۰
آبرهای گاز و غبار ۱۸۵
آبریشم ۵۶
ایزار ساده و نیرو ۸۸
ایزارهای ستاره شناسی ۱۸۶
ایسیدین ۲۱۹
ایط الجوز ۱۶۷
ایتوالکترونیک ۱۳۸
ایپیدیم ۳۶۲
ایپگلوت ۳۵۵
اتاق ضدپژواک ۱۰۷
اتاق کنترل تلسکوپ ۱۸۶
اتاق ماگما ۲۱۲
اتاق مرده ۱۰۷
اتاقک های اکسیژن در گیاهان ۲۷۴
اتاقک های هواپیماها و فشار هوا ۷۵
اتحاد جماهیر شوروی سابق ۱۸۹
اتصال به اینترنت ۱۵۲
اتصال رادیویی ۱۵۲
اتصال رایانه ها ۱۵۲
اتصال عصب و ماهیچه ۳۴۳
اتصال های عمده فیبر نوری ۱۴۷
اتلاف انرژی ۷۸
اتلانئیس ۹۱
اتم پائیات ۸۵
اتم بی ثبات ۸۴، ۸۵
اتم کربن ۴۴ تصویر
اتم گوگرد ۲۵ تصویر
اتم مسفر ۱۶۱، ۲۰۴، ۲۳۴، ۲۳۸
اتم مسفر آیری ۱۷۵
اتم مسفر اولیه ی زمین ۲۰۶
اتم مسفر خورشید ۱۶۱، ۱۷۰
اتم مسفر زمین ۸۱، ۱۹۴، ۱۹۶
اتم مسفر زمین و سرامیک ۵۵
اتم مسفر زهره ۱۷۵
اتم مسفر عطارد ۱۷۴
اتم مسفر فعال ۱۷۶
اتم مسفر مریخ ۱۹۹
اتم مسفر مشتری ۱۷۹
اتم مسفر مه آلود ۲۰۶
اتم ها ۱۱، ۲۴-۲۴، ۲۸، ۳۵، ۱۲۶، ۱۵۷، ۱۶۲
اتم های آهن ۸۳
اتم های کربن ۴۵، ۴۶
اتم های منظم ۲۱۷
اتم های هندسی ۲۱۷
اتوبان و کاهش صدا ۱۰۷
اتوبوس های برقی ۱۳۶
اتولیت ۳۴۷
اتومیل ها ۵۰، ۹۲، ۹۳
اتومیل ها با سوخت هیدروژنی ۳۸
اتومیل ها و آینه ۱۱۳
اتومیل ها و حرکت ۷۰
اتومیل ها و قدرت ۷۹
اتومیل ها و کربن ۴۹
اتومیل ها و مرکز نقل ۷۲
اتومیل های اسمارت نگاه کنیده
اتومیل های هوشمند
اتومیل های خورشیدی ۹۳
اتومیل های هوشمند ۵۷
- اتومیل های الکتریکی ۹۳
اتومیل های برقی ۹۳
اتومیل های دوگانه سوز ۹۳
اتیل بوتانات ۴۸
اتیل ترافلوتورو اتیلین (ETFE) ۵۲
اثر گلخانه ای ۱۷۵، ۲۵۰
اثر مغناطیسی ۱۳۳
اثرات ویژه ی دیجیتال ۱۲۰، ۱۲۱
اجتماع زیستی دریایی ۳۲۵
اجتماع های زیستی ۳۲۵
اجتناب از عادات مضر ۳۶۸
اجزا ۱۳۸
اجسام ساکن ۶۶
اجسام ساکن و انرژی ۷۷
اجسام متحرک ۶۷
احتراق و انرژی ۷۷
احساس جهت در گیاهان ۲۷۲
احساس درد ۳۴۵
احساس سرما ۳۵۱
احساس گرما ۳۵۱
اخبار زنده ۱۴۴
اختراعات
باتری ۱۲۹
تلسکوپ شکستی ۱۱۷
تلویزیون ۹۸
دستگاه تقویت سیگنال های الکتریکی ۱۳۸
دستگاه نمایش فیلم ۱۲۰
رادیو ۹۸، ۱۳۴
سینماتوگراف ۱۲۰
مونور ژنراتور ۱۳۶
میکروسکوپ ۲۸۵
اخترشناسان ۱۶۰، ۱۶۹، ۱۷۹، ۱۸۱، ۱۸۵، ۲۰۱، ۱۸۶
آمریکایی ۲۰۱
انگلیسی (آلمانی تبار) ۱۸۱
ایتالیایی ۱۷۹
سلطنتی ۱۸۵
چینی ۱۶۹
قدیم ۱۸۶
اخترشناسی ۱۸۶
اخترشناسی رادیویی ۱۸۶
اختر فیزیکدان ۱۷۶
اختصاصی شدن اندام ها برای بقا ۳۲۸
اختلاط رنگ ها ۱۲۳
اختلاف منظر ۱۶۶
اختلال پیام های رادیویی ۱۷۱
اختلالات ژنتیکی ۳۷۰
اختلالات هورمونی ۳۷۰
ادرار ۳۰۷، ۳۳۸، ۳۶۱
ادرار و مرزهای قلمروی جانور ۳۲۴
ارتباط ۳۱۸-۳۱۹
تلفنی ۱۴۶
جانوران ۳۱۸
رادیویی ۱۴۷
گرگ ها ۳۱۸
میکروویو ۱۴۶
ارتباط راه دور نگاه کنیده مخابرات راه دور
ارتباطات درون شبکه ای ۱۵۰
ارتعاش ۱۰۴، ۱۰۵، ۳۵۰
ارتفاع از سطح دریا ۲۳۶
ارتفاع و فشار هوا ۷۵
اردکسانان ۳۰۳
ارشمیدس ۹۴
ارقام دو-دویی ۱۵۳
ارکستر ۱۰۶
ارکلون ۳۳۰
اروپا (قمر) ۱۶۱
اروپا ۱۷۹، ۲۴۶
- اروس (قمر) ۱۸۴، ۱۹۸
ازت نگاه کنیده نیتروژن
ازون ۲۰۴، ۲۳۴
ازدهای کومودو ۳۰۲
اسب ۶۷، ۳۱۵
اسب آبی ماده ۳۰۹
اسب ماهی ها ۳۰۸
اسب های آبی ۳۰۹
اسپاگنی شدن (در فضا) ۱۶۹
اسپریم ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۲۸
اسپریم سازی ۳۵۶، ۲۶۲، ۳۶۷
اسپری کردن رنگ و الکتریسیته ی ساکن ۱۲۶
اسپری ها و کلروفلوتورو کربن ها ۲۳۴
اسپروفت ساقه دار ۲۶۱
اسپونژین ۲۹۴
اسپیراکل ۲۹۳
اسپیکول ها ۲۹۴
استادیوم فوتبال ۲۴
استارداست ۵۸
استپ های مغولستان ۲۴۶
استتار ۳۲۰
استتار گیاهان ۲۷۴
استخراج روغن خوشبو ۲۸۰
استخراج طلا ۲۰، ۳۴
استخراج معادن ۲۴۹
استخراج مواد معدنی ۲۴۹
استخراج نمک ۵۰
استخوان ها ۳۱۴، ۳۴۰، ۳۴۱، ۳۶۷، ۳۶۸
انگشت پا ۳۴۰
بازو ۳۲۸، ۳۴۰
باشنه ی پا ۳۴۰
پس سری ۳۴۰
پیشانی ۳۴۰
جمجمه ۳۴۵
خاجی ۳۴۰
دراز ۳۱۴
ران ۳۴۰
ساعد ۳۲۸
شرمگاهی ۳۳۱، ۳۶۳
کامپوسیتی ۵۷
کشف ۳۲۸
کف پا ۳۴۰
کف دست ۳۴۰
گونه ۳۴۰
گیجگاهی چپ ۳۴۰
لگن ۳۴۰، ۳۶۱
لگن مادر ۳۶۳
مج ۳۶۶
مهره ۳۶۷
استخوان بندی درونی ۲۹۲
استخوان بندی نگاه کنیده اسکلت
استخوان های
اسفنجی مترآکم ۳۱۴
اسکلت ۳۳۸
انگشت ۳۲۸
پرندگان ۳۰۳
نوخالی ۳۰۳
تهیگاهی ۳۳۱
چهره ۳۴۰
ساعد ۳۲۸
سر ۳۴۰
شرمگاهی ۳۳۱
شکسته و گیره ی فلزی ۱۲
گوش میانی ۳۴۷
لگن ۳۳۱
مج ۳۴۰
نشیمگاهی ۳۳۱
استخوانی شدن ۳۶۶
- استدلال کردن ۳۳۹
استر ۴۸
استرانوس ۲۴۲
استرانوسفر ۲۳۴، ۲۳۵
استراحتگاه های زمستانی جانوران ۳۲۳
استرالیا ۲۰۱، ۲۰۶، ۲۱۵، ۲۲۵، ۲۴۷، ۳۰۴
۳۲۹
استروژن ۳۵۶
استروماتولیت ۲۰۱
استقامت مواد ۵۷
استگوساروس ۳۳۰
استنوسفر ۲۰۷
استوا ۲۰۵، ۲۳۶
استودیوی تلویزیون ۱۴۴
استودیو صدا ۱۲۱
استودیو ضبط ۱۰۸، ۱۲۱
استودیوی فیلمبرداری ۱۲۰
اسطرلاب ۱۸۶
اسطوخودوس ۲۸۰
اسفنج لوله ای ۲۹۴
اسفنج ها ۲۹۲، ۲۹۴
اسفنجکریلور ۳۵۹
اسکلت ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۳۸، ۳۴۰، ۳۴۵، ۳۶۶
اسکلتاند ۲۳۳
اسکلت انسان ۳۴۰
اسکلت بیرونی ۲۹۳، ۳۱۵، ۳۱۰
اسکلت بیرونی سخت ۲۹۱
اسکلت بیرونی مفصل دار ۲۹۶
اسکلت خارجی سخت ۳۳۳
اسکلت داخلی ۲۹۲، ۳۰۰
اسکلت هترودونتوساروس ۳۳۲
اسکلت های آهکی ۲۳۱
اسکلت های کامل دایناسورها ۳۳۲
اسکن ام آر آی ۱۳۳
اسکن با قراصوت ۱۰۳
اسکنرهای پزشکی ۱۳۰
اسکوئید ۳۲۰
اسکوئید باله بزرگ ۳۱۹
اسکواماتا ۳۰۲
اسکوربوت ۳۷۰
اسکولوم ۲۹۹، ۲۹۴
اسکیمو ۲۲۶
اسکینک درختی ۳۲۰
اسلاید ۱۱۹
اسلاید پلاستیکی ۱۱۹
اسمیت، ویلیام ۲۲۰
اسفنج های آهکی ۲۹۴
اسید آمینه ۴۶، ۴۷، ۲۸۴
اسید چرب ۳۷۰
اسید دی اکسی ریبو نوکلئیک (DNA) ۴۷
اسید سولفوریک ۳۲، ۳۳، ۳۶، ۱۲۹، ۱۷۵
اسید سیتریک ۳۲
اسید کاربوسیلیک ۴۸
اسید کلریدریک ۳۲، ۳۵۹
اسید متانوئیک ۳۳
اسید نیتریک ۴۲
اسیدها ۳۲-۳۳
اسیدهای قوی ۳۲
اشعه X نگاه کنیده پرتو ایکس
اشعه ایکس نگاه کنیده پرتو ایکس
اشعه نگاه کنیده پرتو
اشعه ی کاند ۱۴۴
اشمیت، سرنان ۱۹۰
اشمیت، هریسون ۱۹۰
اشیاء دور دست و تلسکوپ ۱۱۷
اشیاء غیر شفاف و نور ۱۱۰
اشیاء هات و نور ۱۱۰
اشیاء نورانی ۱۱۱

انرژی باد ۱۳۷	امواج رادیویی ۱۳۳، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۲، ۱۴۳، ۱۴۴، ۱۶۱، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۹، ۱۹۶، ۲۰۰	اکوسیستم ۳۲۶	اشیاء نیمه شفاف و نور ۱۱۰
انرژی پاک ۸۵	۲۳۴، ۲۳۹، ۳۷۴	اکیدنه ۳۲۹	اصطکاک ۶۸
انرژی پتانسیل ۷۶، ۸۵	امواج لرزه‌ای ۲۰۶، ۲۱۱	اکیدنه‌ی پوزه کوتاه ۳۲۹	اصطکاک ناشی از مقاومت هوا ۸۱
انرژی پتانسیل الکتریکی ۷۶	امواج سیسمیک نگاه کنید به امواج لرزه‌ای	اکینوئیده ۲۹۹	اصطلاحات و نمادهای جریان الکتریکی ۱۲۹
انرژی پتانسیل شیمیایی ۷۷	امواج صوتی ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۴، ۱۰۶، ۱۰۷	اگرالویتکوس هابیلیس ۳۳۰	اصل ارشمیدس ۹۴
انرژی پتانسیل گرانشی ۷۶	۳۱۷، ۳۴۷، ۱۰۹	اگزوسفر ۲۳۴	اصلاح زن‌ها ۲۷۸
انرژی تاریک ۱۶۰	امواج فراصوتی ۱۰۳، ۱۰۷، ۳۶۳، ۳۷۳	الاسموساروس ۳۳۰	اصوات موسیقایی ۱۰۴
انرژی تجدیدپذیر ۸۶، ۸۷	امواج فروسرخ ۱۹۷	التهاب پرده‌ی مغز و نخاع ۳۷۱	اضطراب‌ها ۳۷۳
انرژی جنبشی ۷۶، ۷۷، ۸۰	امواج گرمایی ۱۹۶	الجزایر ۲۱۱	اطلاعات در رایانه ۱۴۸
انرژی خورشیدی ۸۶، ۸۷، ۲۴۴، ۲۵۱، ۲۵۸	امواج لرزه‌ای ۹۸، ۹۹، ۲۱۰	الغنام ۲۱۱	اطلاعات شیمیایی ۳۰۱
انرژی ذخیره شده ۷۶	امواج نامرئی ۱۸۷	القا ۱۳۵	اطلاعات هواشناسی ۲۲۹
انرژی زمین گرمایی ۸۶، ۸۷	امواج نوری ۱۴۴	الفاکننده‌ها ۱۵۹	اعراب مسلمانان و صورت فلکی ۱۶۷
انرژی شیمیایی ۷۶، ۷۷، ۸۶، ۱۲۹	امواج سینوسی ۹۸	القای الکتریسته‌ی ساکن ۱۲۶	اعصاب ۳۳۸
انرژی صوتی ۱۰۰، ۷۷	امواج صوتی ۱۴۰	الکترومغناطیس ۱۳۴-۱۳۵، ۱۶۱	اعضای خانوادگی جانوران ۳۲۴
انرژی گرانشی مشتری ۲۰۰	امولسیون ۱۸	الکترونیک ۱۳۸، ۱۳۹	اعماق دریا ۳۱۲
انرژی گرمایی ۷۷، ۸۰، ۸۱، ۸۲، ۸۷، ۹۹	امولسیون حساس به نور ۱۱۹	الکترونیک دیجیتال ۱۴۰، ۴۰	اعماق زمین ۲۱۹
انرژی نورانی ۱۱۰	امیتر ۱۳۹	الکترونیک نوری ۱۳۸، ۱۳۹	اعماق زمین و انرژی ۸۷
انرژی نوری ۷۷، ۸۳	انبر و اهرم ۸۸	الکتریسته ۸۳، ۸۵، ۹۳، ۱۰۸، ۱۱۲، ۱۲۶	اعماق زمین و سوخت ۸۶
انرژی و اعماق زمین ۸۷	انبردست و اهرم ۸۸	۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۴، ۱۴۳، ۱۴۴، ۲۴۳	اعمال ارادی ۳۴۴
انرژی و تشعشع ۱۶۱	انبساط ۱۵	الکتریسته جاری ۱۲۶، ۱۲۷	اعمال غیرارادی ۳۴۴
انرژی و صرغه جوی ۶۰	انبساط کیهان ۱۶۰	الکتریسته ساکن ۱۲۶	اعمال قشر مخ ۳۴۵
انرژی هسته‌ای ۸۴، ۸۵	انتخاب طبیعی ۳۲۹	الکترومغناطیس ۱۲۹	افراشته ایستادن گیاهان ۲۵۹
انسان ۱۶۳	انتشار بدون دانه ۲۶۲	الکترومغناطیس ۱۳۹	افزایش زمان نگه‌داری مواد غذایی ۲۷۸
انسولین ۳۵۶	انتشار گرده‌ها یا باد ۲۶۷	الکترولیت ۱۲۹، ۵۰	افزایش سن ۳۶۷
انطباق عدسی چشم ۳۶۷	انتقال اطلاعات بین مغز و اعصاب نخاعی ۳۴۵	الکترولیت قلیایی ۱۲۹	افزایش طول ۳۶۸
انعقاد خون ۳۵۳، ۳۵۹	انتقال الکتریسته ۱۳۵	الکترون ۸۴، ۱۲۶، ۱۳۰، ۱۳۹	افزایش طول قد ۳۶۶
انعکاس‌ها ۳۴۵	انتقال به سرخ ۱۶۲، ۱۶۳	الکترون‌های آزاد ۱۳۰	افزایش ممان ۶۴
انعکاس صدا ۱۰۷	انتقال بیماری‌ها ۳۷۱	خورشیدی ۱۳۱	افزایش وزن ۳۶۸
انفجار اثرات ویژه (SFX) ۲۹	انتقال زن ۲۷۸	در خانه ۱۲۸	افشاندن آفت کش‌ها ۲۷۷
انفجار بزرگ ۱۶۲	انتقال گرما ۸۲	در فضا ۳۶	افق خاک ۲۲۴
انفجار هسته‌ای ۸۵	انتقال نور ۱۱۰	ساکن ۱۲۶، ۷۶	اقلیم ۲۳۶
انقباض ماهیچه‌ای ۳۵۹	انتقال نیرو ۹۱	و حرکت ۷۰	اقیانوس آرام ۲۴۱، ۲۲۸
انقباض ماهیچه‌های روده ۳۴۳	انجماد ۱۶	و صدا ۱۰۵	اقیانوس اطلس ۲۰۹، ۲۲۸
انقباض ماهیچه‌ی حلقوی ۳۴۸	اندازه‌گیری امواج ۹۸	الکتریکی خنثی ۱۲۶	اقیانوس پانتالاسا ۲۰۹
انقباض ماهیچه‌ی دیافراگم ۳۵۵	اندازه‌گیری تعداد تبض ۳۶۸	الکتکس ۵۹	اقیانوس عمیق آزاد ۲۲۸
انقباض ماهیچه‌ی قلب ۳۷۵	اندازه‌گیری سرعت ۷۰	الکل (انانول) ۲۵۱	اقیانوس منجمد جنوبی ۲۲۸
انقباض موجی ماهیچه‌ها ۳۱۵	اندازه‌گیری فشارخون ۳۷۲	الکل سفید ۵۰	اقیانوس منجمد شمالی ۲۲۸
انقباض موزون ۳۱۵	اندازه‌گیری فشار هوا ۲۳۵	الکل‌ها و کربن ۴۸	اقیانوس هند ۲۲۸، ۲۳۱، ۲۴۱، ۲۴۷، ۳۴۴
انقراض ۳۳۴	اندازه‌گیری مغناطیس ۱۳۳	الگوهای بلور ۱۳	اقیانوس‌شناسان ۲۳۰
انقراض در اثر شکار ۳۳۴	اندازه‌ی بدن ۲۹۰	الگوهای خاموش-روشن ۱۴۰	اقیانوس‌ها ۲۰۴، ۲۰۵، ۲۰۷، ۲۲۴، ۲۲۷، ۲۲۸-۲۲۹، ۲۳۰، ۲۴۲
انقراض گونه‌ها ۲۲۰	اندازه‌ی ذرات ۱۸	الگوهای ستاره‌ها ۱۶۷	۲۴۷، ۳۳۰
انقراض‌های گروهی ۳۳۴	اندازه‌ی ستاره‌ها ۱۶۶	الماس ۱۳، ۴۴، ۲۱۷	اولیه ۲۰۶
انکسار نگاه کنید به شکست	اندام آسیب دیده ۳۷۴	الوار ۲۸۰	آزاد ۲۲۸، ۲۲۹
انگشت ۳۲۸، ۳۴۰	اندام حرکتی ۳۲۸	الوار برای ساختمان‌سازی ۲۸۰	و اشمسفر ۲۰۶
انگشت پرده‌دار ۳۱۴	اندام زایشی ۲۸۵	الواربرداری جنگل‌ها ۱۸۹	و هوا ۹۸
انگشت شست ۳۲۸	اندام مکنده ۲۷۰	الیاف ۲۸۱	و انرژی ۸۷
انگشتان ۳۱۴	اندام نورافشان ۲۹۶	نوری ۵۴	و بازتاب صوت ۱۰۶
انگل سبز ۲۷۰	اندامک‌ها ۲۹۳، ۳۳۹	جانوری ۵۶	و جریان همرفت ۸۲
انگل کامل ۲۷۰	اندام‌ها ۳۳۸، ۳۳۹	طبیعی ۲۸۰، ۲۸۱	و فشار ۷۴
انگل مالاریا ۲۸۵	اندام‌های اهدایی ۳۷۵	گیاهی ۵۶، ۳۶۹	اکسیدزن ۳۹
انگلستان ۲۸۰، ۳۱۸	اندام‌های تناسلی ۳۶۷	الیترا ۲۹۷	اکولوژی نگاه کنید به بوم‌شناسی
انگل‌ها ۲۹۵، ۳۰۵، ۳۲۵	اندام‌های تولیدمثل گیاه ۲۶۵	ام آر آی ۱۳۳، ۳۷۴	اکالیتوس ۲۶۵
انگورهای پوشیده از مخمر ۲۸۲	اندام‌های جنسی حشرات ۲۹۷	ام‌پی‌تری (MP3) ۱۰۹	اکتشاف به کمک سونار ۱۰۷
انواع ابر ۲۴۲	اندام‌های حسی ۲۹۰	امبریل ۱۸۱	اکتشافات زیرآقیانوسی ۱۵۴
انواع برگ ۲۵۶	اندام‌های زایشی ۲۸۵	امواج ۲۲۹، ۲۲۸، ۲۲۷	اکتشافات قضایی ۱۹۱
انواع ملکول ۲۸	اندام‌های مصنوعی ۳۷۴، ۳۷۵، ۳۷۶	امواج S ۹۹	اکتوترمی نگاه کنید به خون سرد
انیمیشن ۱۲۱	اندام‌های نرم ۳۷۴	امواج آقیانوسی ۹۸	اکسوففر ۲۳۵
اوبرون ۱۸۱	اندوترمی ۳۰۳	امواج الکترومغناطیس ۸۲، ۸۳، ۱۱۱	اکسون ۳۴۴
اوران اوتان‌ها ۴۶	اندونزی ۲۴۹	امواج الکتریکی ۳۷۵	اکسید ۵۴
اورانوس ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۸۱	اندیو ۱۹۱	امواج انرژی ۹۸	اکسید آهن ۳۰، ۱۷۸، ۲۱۸
اوربیت نگاه کنید به مدارگرد	انرژی ۱۷، ۴۶، ۴۷، ۷۶، ۷۷، ۷۸، ۷۹، ۸۵	امواج اولتراسونیک نگاه کنید به امواج فراصوتی	اکسید بورون ۵۴
اورستند، هنس کریستین ۱۳۴	۱۶۳، ۱۶۵، ۱۶۶، ۱۶۹، ۲۳۰، ۲۴۸، ۲۴۹	امواج بازتابی ۱۰۳	اکسید سرب ۱۲۹
اورنی تیسکین ۳۳۱	۲۵۱، ۲۵۴، ۲۷۶، ۲۹۰، ۳۲۷	امواج تاب خوردگی نور ۱۴۴	اکسید نیتروژن ۴۲، ۲۵۰
اورپون ۳۷۱، ۳۷۲	انرژی آزاد شده ۴۶	امواج جزر و مدی ۱۴	اکسیدزن ۲۸، ۲۹، ۱۷۶، ۱۸۸، ۲۰۴، ۲۲۳، ۲۵۴، ۲۵۸، ۲۷۳، ۲۷۵، ۲۸۶، ۳۳۸، ۳۵۲
اولیمپوس مونس (کوه‌های اولیمپوس) ۱۷۸	انرژی الکترومغناطیسی ۹۸	امواج رادار ۱۹۸	۳۵۴، ۳۵۵
اولین سینما ۱۲۰	انرژی الکتریکی ۸۷، ۱۰۸، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۷		اکسیدزن و زنده ماندن ۳۹

- اولیوم ۳۶
اوبداکت‌ها ۳۰۹
اویسترها ۲۹۹
اهرم‌ها ۸۸، ۸۹
اهله‌ی قمر ۱۷۷
اهم، گئورگ ۱۲۹، ۱۳۰
ایالات متحده ۲۴۱، ۲۴۸، ۲۸۱
ایالت آریزونا ۱۸۴، ۲۲۲
ایالت کالیفرنیا ۲۱۱
ایالت گوانگ سیچین ۲۲۳
ایالت واشینگتن ۲۱۳
ایالت یوتا ۲۲۲
ایتالیا ۲۴، ۲۳۲
ایجاد ارتباط ۳۱۸
ایدز ۳۷۱
ایرانیان مسلمان و صورت فلکی ۱۶۷
ایزوبار نگاه‌کننده خطوط هم‌فشار
ایستگاه انرژی خورشیدی ۲۵۱
ایستگاه سالیوت ۱۹۴
ایستگاه فضایی میر ۱۹۴
ایستگاه‌های فضایی ۱۹۰، ۱۹۴
ایستگاه‌های فضایی بین‌المللی ۱۹۳، ۱۹۴، ۱۹۵
ایستگاه‌های زمینی برنامه‌های تلویزیونی ۱۴۴
ایستگاه‌های قرعی ولتاژ ۱۳۱
ایستگاه‌های هواشناسی ۲۳۹
ایشنار ترا ۱۷۵
ایگوانای دریایی ۳۲۹
ایگولای سبز ۳۰۲
ایمنی دکلهای برق ۱۳۱
ایمنی و مواد شیمیایی ۳۳
ایمیل نگاه‌کننده پست الکترونیکی
اینترنت ۱۵۲، ۱۵۳
ایندیوم ۱۳۹
اینرسی ۶۷، ۶۶
اینشتین، آلبرت ۷۳
- ب
باتری ۹۳، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۶
باتری‌های اتومبیل ۱۲۹
باتری‌های چراغ قوه ۱۲۹
باتری‌های خورشیدی ۸۷، ۱۹۰، ۱۹۷، ۱۸۹، ۱۹۴
باتری‌های رایانه‌ای ۱۵۷
باتری‌های نیکل-کادمیم ۱۲۹
باتلاق‌ها ۲۴۶، ۲۷۱
باتلاق‌های شور ۲۷۵
باتلاق‌های مانگرو ۲۹۶
باد ۲۲۲، ۲۲۵، ۲۲۷، ۲۴۰، ۲۴۸، ۲۷۶
باد و گرد آفشانی ۲۶۶، ۲۶۷
بادبان ۹۵
بادخورک سانان ۳۰۳
بادکردن لاستیک وسایل نقلیه و فشار هوا ۷۴
بادکش‌ها ۲۹۵، ۲۹۹، ۳۰۵
بادها ۲۳۵، ۲۴۱
بادهای خورشیدی ۱۷۱، ۱۸۵
بادهای سرد ۲۴۰
بادهای سرد و گیاهان ۲۷۴
بادهای شدید و کانیون برایس ۲۲۲
بادهای گرم ۲۴۰
بادهای محلی ۲۴۰
بادهای موسمی ۲۴۰
بادهای مهم زمین ۲۴۰
بار الکتریکی ۲۵، ۴۰، ۴۱، ۱۲۶، ۱۳۰، ۱۴۵، ۱۶۱
بار ساکن ۱۲۶
بار منفی ۲۴۳
باران ۲۳۲، ۲۴۴
باران اسیدی ۳۲، ۲۵۰
باران‌های سیل‌آسا ۲۳۸، ۲۴۲، ۲۴۴
بارانی‌های پلاستیکی ۵۶
- بارداری ۳۶۲
باردین، جان ۱۳۸
بارش سنگین باران ۲۴۳
بارکدخوانی ۱۴۲
بارگذاری ۱۵۳
بارناکل ۲۹۶
بارندگی ۲۳۸
بارنل، ژوسلین بل ۱۶۹
بارهای مثبت و منفی الکتریکی ۱۲۶
بارهای مثبت و منفی و صاعقه ۲۴۳
باریکی ۶۸
باز کوچک اروپایی ۳۲۷
باز نوکلئوتیدی ۳۶۵
بازالت ۲۱۹
بازبخش پیام‌های تلفنی ۱۸۹
بازتاب ۱۱۳
بازتاب صدا ۱۰۶
بازتاب صوت ۱۰۶
بازتاب منظم ۱۱۳
بازتاب نامنظم ۱۱۳
بازتاب نور ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۲۲
بازتاباننده‌ی خورشیدی ۸۳
بازدنگان ۲۶۲
بازدم ۴۵، ۳۵۵
بازسازی یدن ۳۶۶
بازسازی صدا ۱۰۸
بازمانده‌های سوپرنوواها ۱۸۶
بازمانده‌ی جانوران ۲۲۰
بازمانده‌ی گیاهان ۲۲۰
بازوهای حسی دور دهان ۲۹۴
بازوهای مارپیچ کهکشان ۱۶۴
بازوهای مکانیکی ۱۵۴
بازوهای هیدرولیکی ۸، ۷۹
بازوی صنعتی ۱۵۴
بازوی هیدرولیک ۷۵
بازها ۳۳
بازهای نوکلئوتیدی ۳۶۴، ۳۶۵
بازیافت ۶۰-۶۱
بازیافت انرژی ۶۰
بازیافت کاغذ ۶۱
بازیافت مواد پلاستیکی ۵۳
بازیافت مواد گیاهی ۶۱، ۲۲۴
بازیکن تنیس ۷۹
باسترک مهاجر ۳۲۷
باطری نگاه‌کننده باتری
باقت استخوانی ۳۱۴، ۳۳۹، ۳۶۷
باقت استخوانی اسفنجی ۳۱۴
باقت استخوانی متراکم ۳۱۴
باقت اسفنجی ۲۶۱
باقت پوششی ۳۳۹
باقت پیوندی ۳۱۴، ۳۳۹، ۳۴۴
باقت چربی ۳۳۹
باقت چوبی ۲۶۸
باقت رشته‌ای ۳۶۶
باقت سرطانی ۸۴
باقت عصبی ۳۳۹
باقت نفوذی ۳۵۷
باقت نفی ۳۵۷
باقت ماهیچه‌ای ۳۳۹
باقت‌ها ۳۳۸، ۳۳۹
باقت‌های غضروفی ۳۳۹
باکتری آکنه ۳۶۷
باکتری‌ها ۴۳، ۲۲۴، ۲۵۴، ۲۷۸، ۲۸۴، ۳۳۰
باکتری‌های آزادکننده‌ی نیتروژن ۴۳
باکتری‌های روده ۳۵۹
باکتری‌های نیتروژن‌ساز ۴۳
بال ۳۱۴
- بال دلتا ۱۹۱
بال‌غشایی ۳۰۴
بال‌هواپیما و کرین ۴۹
بالابردن بارهای سنگین ۹۰
بالا‌برهای هواپیما ۹۶، ۹۷
بالابری مغناطیسی ۱۳۴
بالانته ۲۹۶
بالشتک رزیلین ۳۱۵
بالکن سازی ۲۷۶
بالن‌ها ۱۵، ۹۴
بالن‌های هوای داغ ۳۷، ۸۲
باله ۳۱۴، ۳۲۸
بال‌های آیروفویل ۹۵، ۹۶، ۹۷
بال‌های پروانه ۴۸
بال‌های سخت ۲۹۷
بال‌های نرم ۲۹۷
بال‌های هیدروفویل ۹۵
باله‌های بزرگ سینه‌ای ۳۰۰
باله‌های سینه‌ای ۲۹۳، ۳۱۵
باله‌های لگنی ۳۰۰
باله‌ی پستی ۳۰۰
باله‌ی دمی ۳۰۰
بام ساختمان‌ها ۲۸۳
بانکوک ۲۵۰
بایت ۱۴۸
بیرها ۳۱۳، ۳۱۶
بتا ۸۴
بتن ۵۵، ۲۴۸
بتهون (دهانه‌ی برخوردی) ۱۷۴
بجه‌زایی ۳۰۹
بحرالمیت ۲۳۳
بخار ۱۵، ۴۱، ۲۵۹
بخار آب ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴
بخار با فشاری انفجاری ۳۸
بخار نامرئی ۱۷
بخار نفت خام ۵۱
بخش بیرونی گوش ۳۱۶
بخش قشری کلیه ۳۶۱
بخش‌های دستگاه عصبی ۳۴۴
بخش‌های مختلف چشم ۳۴۸
بخش‌های مغز ۳۴۵
بدر ۱۷۷
بدن ۳۳۸
بدن ازدوری شکل ۳۱۵
بدن انسان و رادیواکتیو ۸۴
بدن انسان و شیمی ۵۱
بدن دویخی ۲۹۸
بدن وی‌وزنی ۱۹۲
بدنه‌ی اتومبیل ۵۷
بدنه‌ی رایانه ۱۴۸
بدنه‌ی فلزی ۱۲
بدنه‌ی کشتی و رنگ زدن ۳۰
بر جا گذاشتن بو ۳۰۷
بر آ ۹۶
براناین، والتر ۱۳۸
براده‌های آهن ۲۲
براقیت ۱۰، ۳۶
برانکیپودا ۲۹۶
برج سوئیس در لندن ۵۴
برجه ۲۶۵
برخورد شهاب‌سنگ ۳۳۴
برخورد کهکشانی ۱۹۶
برخورد ورقه‌ی اقیانوسی ۲۱۴
بردار و سرعت ۷۱
بررسی وضعیت هوا ۱۸۹
برزیل ۲۳۲، ۲۵۰
برش فلز و لیزر ۱۱۲
برش لیزری ۱۱۲
- برف ۲۰۵، ۲۳۲، ۲۴۴، ۲۴۵
برف آب‌دار ۲۴۵
برفک ۲۴۳
برق ۱۲۸
برق‌رسانی ۱۳۱
برق‌گرفتگی ۱۲۸، ۱۳۱
برقراری ارتباط با ماهواره ۱۸۹
برک‌های زیرزمینی ۲۳۲
برگ ۲۵۴، ۲۷۵
برگ تلخ دانه ۲۵۶
برگ کاملیا ۲۵۶
برگ‌گلستر ۲۵۶
برگچه ۲۵۶
برگشاخه ۲۶۰
برگشاخه‌های سرخس ۲۶۰
برگ‌ها ۲۵۶
برگ‌های آبگریز ۲۷۴
برگ‌های ساده ۲۵۶
برگ‌های سوزنی خزان‌شونده ۲۶۴
برگ‌های سوزنی شکل ۲۶۴
برگ‌های گزنه ۲۷۴
برگ‌های مرکب ۲۵۶
برگ‌های نخل ۲۸۰
برنامه‌های تشخیص چهره ۱۵۶
برنامه‌های تلویزیونی ۱۸۹
برنامه‌های رایانه‌ای ۱۵۳
برنامه‌های فضایی ۱۸۸
برنامه‌های گرافیکی ۱۴۹
برنامه‌ی واکسیناسیون منظم ۳۷۲
برنج ۲۷۶، ۳۶۹
برنز و آلیاژ ۳۵
بروسیلیکات‌ها ۵۴
بروکس، رادنی ۱۵۷
بروم ۳۷
بروملیا ۲۷۴
برومید نقره در پرتونگاری ۳۷
برون‌چوب ۲۶۸
برونزده‌های سنگی ۲۳۱
برونشیت ۲۵۰
بریزیل، سینتیا ۱۵۶
بریل، لوئیس ۳۵۰
بزاب ۳۴۶، ۳۴۶، ۳۵۸
بزرگراه هانشین ۲۱۰
بزرگسالان و شنوایی ۱۰۳
بزرگ سیاهرگ زیرین ۳۵۲
بزرگ نمایی ۱۱۶، ۱۱۷
بزه‌های کوهی ۳۱۶
بساک ۲۶۵، ۲۶۶
بسامد ۹۸، ۱۰۳
بستر اقیانوس آرام ۲۳۰
بستر اقیانوس‌ها ۲۰۹، ۲۱۳، ۲۲۹، ۲۳۰
۲۴۷
بستر دریا ۱۰۷، ۲۲۵، ۲۲۷، ۲۸۶
بستر ناخن ۳۵۱
بسته‌بندی موادخوراکی چرب ۵۳
بشره ۲۵۱
بطری‌های نوشابه ۶۱
بطن ۳۵۲
بطن جانبی مغز ۳۷۴
بطن چپ ۳۵۲
بطن راست ۳۵۲
بقایای جانوران ۲۲۰
بقایای سوپرنووا (SNR) ۱۶۹
بقایای فسیلی گیاهان ۲۵۵
بقایای گیاهان ۲۲۰، ۲۴۹، ۲۷۴
بقایای گیاهان در زمستان ۲۷۲
بقایای ماده ۳۰
بقایای موجودات زنده ۶۱

پروانه‌ی یال پرندۀ ملکه الکساندرا ۱۰
پروانه‌ی بالغ ۳۰۵
پروانه‌ی جغد ۳۲۰
پروانه‌ی دم چلچله ۳۰۵
پروانه‌ی مقلد ۳۲۰
پروانه‌ی مونارک ۳۲۳
پروتئین‌ها ۳۷۰، ۳۶۹، ۲۷۶، ۵۷، ۴۷، ۴۶
پروتئین‌های ماهیچه ۴۷، ۴۶
پروتال ۲۶۰
پروتروژونیک ۳۳۰
پروتوکول ۱۵۲
پروتوکول اینترنت (IP) ۱۵۲
پروتوکول کنترل انتقال (TCP) ۱۵۲
پروتوکول وب جهانی ۱۵۲
پروتون‌ها ۱۶۲، ۲۴
پرورش انتخابی ۲۷۷
پرورش گیاه در فضا ۱۹۵
پروسترون ۳۵۶
پروژه‌ی تعیین ژنوم انسان ۳۶۵
پروژه‌ی عدن ۵۲
پرونده‌ی HTML ۱۵۳
پرونده‌ی رایانه‌ای ۱۱۹
پره‌ای پیرامونی ۳۰۳
پره‌ای دم طاووس‌نر ۳۰۶
پره‌ای رنگین ۳۰۶
پریما‌ها ۳۰۴
پزشک مخصوص الیزابت اول ۲۰۷
پزشکی ۳۷۲
پزشکی پیشگیری ۳۷۲
پزشکی فضایی ۱۹۳
پزشکان ۳۷۲، ۳۷۳
پزشکی نانو ۱۵۷
پزشکی نوین ۳۷۴
پزشکی و فناوری نانو ۳۷۶
پژواک ۱۰۶، ۱۰۷
پسا ۶۸، ۹۵
پست الکترونیکی ۱۵۲، ۱۵۳، ۱۸۹
پستانداران ۲۹۱، ۳۰۴، ۳۰۹، ۳۱۳، ۳۲۴، ۳۲۸
آب باز ۳۰۴
آبزی ۲۹۱
پروازکننده ۳۰۴
تخم‌گذار ۳۰۴
جفت‌دار ۳۳۰
سم‌دار ۳۰۷
شکارچی ۳۲۱
فرد سم ۳۰۴
کسبه‌دار ۳۰۴، ۳۱۰
بسرروی یخچال‌ها ۲۲۶
پشته‌های خاکی ۳۲۴
پشم ۵۶
پشه‌ها ۲۹۷
پشه‌ی آنوفل ۲۸۵
پشه‌ی مالاریا ۱۱۶
پف‌ماهی خردار ۳۲۰
پل قلزی و درزهای انبساطی ۱۲
پل گلدن گیت (دروازه طلایی) ۱۳
پل معلق ۱۳
پل معلق و نیرو ۶۵
پلتیادس ۱۶۶
پلاتی‌بوس ۳۰۴
پلاتی‌بوس منقار اردکی ۳۰۴
پلاتینوم ۲۹
پلاستیک و رسانا گرما ۸۳
پلاستیک‌ها ۵۲، ۵۳، ۶۹
پلاستیک بازیافتی ۶۱
پلاستیک خودترمیم‌شونده ۵۹

پاهای آوارهای ۲۹۸
پاهای پندبند ۲۹۱، ۲۹۶، ۲۹۸، ۳۱۵، ۳۳۳
پاهای تغذیه‌ای ۲۹۶
پاهای جنین ۳۶۳
پاهای لوله‌ای ۲۹۹
پاهوتنه هوته ۲۱۳
پای آوارهای ۲۹۸
پایانه‌های آزاد عصب ۳۵۱
پایانه‌ی تار عصبی ۳۴۳
پایه‌های کاذب ۲۸۵
پایه‌های ماهیچه‌ای ۲۹۹
پایه‌ی کوه ۲۲۳
پاییز ۲۳۷
پاییز و درختان ۲۶۸
پایسن ۳۵۹
بخش موسیقی ۱۴۲
پدر زمین‌شناسی انگلیس ۲۲۰
پر ۳۰۳
پراکنش هاگ‌ها ۲۶۱
پرتاب ماهواره‌ها ۱۸۹
پرتاب ماهواره‌ی اسپونیک I ۱۹۰
پرتو ۸۴
پرتو X نگاه‌کننده پرتوایکس
پرتو گاما ۸۴
پرتوپرداری ایکس ۹۹
پرتودرمانی ۳۷۱، ۸۴
پرتونگاری و پرومید نقره ۳۷
پرتوهای الکترون ۱۴۴
پرتوهای ایکس ۳۷، ۱۶۱، ۱۶۷، ۱۶۹، ۱۸۷، ۱۹۶، ۳۶۰، ۳۱۴، ۳۶۳، ۳۶۷، ۳۷۰، ۳۷۳
پرتوهای زیان‌آور ۲۰۴
پرتوهای فرابنفش ۱۶۱، ۱۹۶، ۲۰۴
پرتوهای فرابنفش خورشید ۲۳۴
پرتوهای فروسرخ ۱۶۱، ۱۹۶، ۱۹۷
پرتوهای گاما ۱۶۱، ۱۹۶
پرتوهای لیزری ۱۱۲
پرتوهای نور ۱۱۰، ۱۱۲، ۳۴۸
پرتوهای نوری مرئی ۱۶۱
پرتوی الکترومغناطیسی ۱۱۱
پرتوی گرمایی خورشید ۲۰۴
پرچم ۲۶۵
پردازش داده‌های رایانه‌ای ۱۳۸
پردازشگر ۱۵۱
برده‌ی صماخ ۳۱۷، ۳۴۷
برزها ۳۵۹
برزهای چشایی روی زبان ۳۴۶
برزهای چشایی قلی شکل ۳۴۶
برزهای چشایی قارچی شکل ۳۴۶
برزهای داخل دهان مورچه ۱۱۷
برزهای دیواره‌ی رودی کوچک ۳۵۹
پرستوی خانگی ۳۲۷
پرست‌ترین بادهای روی زمین ۲۴۱
پرمنگنات پتاسیم ۴۰
پرندگان ۲۹۰، ۳۰۳، ۳۰۶، ۳۱۱
پرندگان و پرواز ۹۶
پرندگان و گرده‌افشانی ۲۶۷
پرندگانی بی پرواز ۳۰۳
پرند ۳۲۸
برنده‌ی شکارچی ۳۰۳، ۳۱۲
برنده‌ی صخره‌ای ۳۲۵
پرواز ۹۶، ۲۹۰، ۳۱۴
پرواز بدون توقف ۳۲۳
پرواز پرندگان ۳۰۳
پروانش ماداگاسکار ۲۷۹
پروانه ۲۹۷، ۳۰۵، ۳۱۰

بی حسی موضعی ۲۷۹
بیدهای قفلی سیاه ۳۲۹
بیضه‌ها ۳۶۷، ۳۵۶، ۳۶۲
بیگ‌بنگ نگاه‌کننده انفجار بزرگ
بیل‌های مکانیکی ۷۹
بیماری سرخرگ‌های قلبی ۳۷۰
بیماری منتقله از حشرات ۳۷۲
بیماری‌ها ۲۷۹
بیماری‌ها ۳۷۰، ۳۷۶
بیماری‌ها و داروها ۵۱
بیماری‌ها و مدل‌سازی رایانه‌ای ۵۱
بیماری‌های باکتریایی ۳۷۱
بیماری‌های پوستی ۳۷۵
بیماری‌های روانی ۲۷۹
بیماری‌های فرساینده‌ی بدن ۳۷۰
بیماری‌های قلبی ۳۷۰، ۳۷۲، ۳۷۶
بیماری‌های لته ۳۶۸
بیماری‌های واگیر ۳۷۰-۳۷۱
بیماری‌های ویروسی ۳۷۱
بی‌مهرگان ۲۹۱، ۳۰۹
بینایی ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۴۸-۳۴۹
بینی ۳۱۷، ۳۴۶، ۳۵۵
بیوتکنولوژی نگاه‌کننده فناوری زیستی
بی‌وزنی ۷۲، ۱۹۲، ۱۹۵
بی‌وزنی و انسان ۱۹۴
بی‌وزنی و پرورش گیاه ۱۹۵
بی‌وزنی و پیری ۱۹۳
بی‌وزنی و جانوران ۱۹۴
بی‌وزنی و سلامت انسان ۱۹۳
بی‌وزنی و گیاهان ۱۹۴
بی‌وزنی و مواد ۱۹۴
بیوسفر نگاه‌کننده زیست‌کره
بیوشیمی نگاه‌کننده شیمی زیست
بیولومینانس نگاه‌کننده زیست‌تابی
بیونیک ۳۷۶

پ

پ هاش (pH) ۳۲-۳۳
پا ۳۱۴
پادتن نگاه‌کننده آنتی بادی
پارازیت ۱۴۰
پاراگونه ۲۳۲
پارچه درست کردن ۲۸۰
پارچه‌های بسیار سبک ۵۸
پارچه‌های ضدحرارت ۵۸
پارچه‌های طبیعی ۵۶
پارچه‌های عایق ۵۸
پارچه‌های کنسان ۵۶
پارچه‌های مصنوعی ۵۶
پارچه‌های نسوز ۵۸
پارچه‌های هادی الکتریسیته ۵۹
پارک یلوستون ۲۱۳
پارو ۹۵
پاستور، لویی ۲۸۴
پاستوریزاسیون ۲۸۴
پاسخ به استرس ۳۵۶
پاسخ به تحریک‌های محیطی ۳۱۶
پاسخ گیاهان به تغییرات محیط ۲۷۲
پاسخ‌های غیرارادی ۳۴۵
پاکت‌های جیبی و نیتروژن ۴۲
پالئوژونیک ۳۳۰
پالایش ۳۰۰
پالایشگاه ۵۱
پالس‌ها ۱۴۰
پالس‌های الکتریکی ۱۰۸
پاماکول ۲۱۶
پانداها ۳۲۵
پانگه آ ۲۰۹

بلاتریکس ۱۶۷
بلال‌ذرت ۲۷۷
بلدوژرها و نیرو ۸۸
بلندگو ۱۰۸
بلندی صدا ۱۰۲
بلوچستان ۲۱۳
بلور اورتونیک (خطی) ۲۱۷
بلور برف ۲۴۵
بلور تترائونال ۲۱۷
بلور تریکلینیک ۲۱۷
بلور تریگونال ۲۱۷
بلور شش‌ضلعی نگاه‌کننده بلور
هگزائونال
بلور شش‌وجهی ۱۳
بلور کوارتز ۱۳
بلور مکعبی ۲۱۷
بلور مونوکلینیک ۲۱۷
بلور هگزائونال ۲۱۶، ۲۱۷
بلورها ۲۱۷
بلورهای یرمنگنات پتاسیم ۴۰
بلورهای گوگرد ۳۶
بلورهای یخ ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۵
بلوط ۲۶۸
بلوغ ۳۵۶، ۳۶۲، ۳۶۷
بلوغ جنسی ۳۶۷
بلوک‌های اسید آمینه ۴۶
بمب‌های هسته‌ای ۸۵
یم شدن صدا ۳۶۷
پند ناف ۳۶۳
بنزین ۴۸، ۲۹
بنزین اتومبیل ۵۱
بنزین هواپیما ۵۱
بنه ۲۴۲
بنه‌های ماسپر ۳۵۰
بنه‌ی گلابول ۲۶۲
بو ۳۱۶، ۳۱۸
بوتان ۴۸، ۵۱
بوته بنه ۲۸۱
بوته‌های آلی ۲۷۴
بوته‌های رز ۲۵۵
بوته‌های کوتاه ۲۴۶
بوته‌های کاهو ۲۷۷
بور، نیلز ۲۴
بورلاگ، نورمن ۲۷۶
بورورن ۵۴
بوزینه‌های شیر طلایی ۳۰۶
بوقورت ۲۴۰
بولتوم کانپون ۱۰۶
بولدوژرها ۶۰
بولیوی ۲۵۰
بوم‌شناسی ۲۰۵، ۳۲۶
بوی سیب و استر ۴۸
بویایی ۳۱۶، ۳۱۷، ۳۴۶
بویبادرا، لیکودی ۲۶
بوی شدید گوشت کندیده‌ی گل ۲۷۰
بهار ۲۳۷
به ارت رسیدن یک صفت ۳۶۵
به پهلوی پیچ خوردن ۳۱۴
بهداشت ۳۶۸
بهداشت دهان و دندان ۳۶۸
به‌دام انداختن حشرات و گیاهان ۲۷۱
بهمن و انرژی ۷۶
بیابان موهاوی ۲۵۱
بیابان و گیاهان ۲۷۵
بیابان‌ها ۲۳۳، ۲۴۶، ۲۴۷
بیابان‌های دماغه‌ی شمالی آفریقا ۲۴۷
بیت ۱۴۸
بیتومن ۱۱۸

- پلاستیک رنگی ۵۲
پلاستیک شفاف ۵۲
پلاستیک عایقکاری ۵۲
پلاستیک و نور ۱۱۰
پلاستیک‌ها و کربن ۴۹
پلاستیک‌های ترموست ۶۱
پلاستما ۱۴۴، ۳۵۳
پلاسمای خورشیدی ۱۷
پلاسمای نورانی ۱۲۶
پلاسمید ۲۷۸
پلاکت ۳۵۳
پلانکتون‌ها و تولید نور ۳۱۹
پلزیوسارها ۳۳۰
پلنگ ۳۲۶
پلوتو ۱۸۳، ۱۸۴، ۱۹۸
پلوتونیوم ۲۳
پلوتونیوم رادیواکتیو ۸۵
پلی‌آمید (PA) ۵۳، ۵۶
پلی‌اتیلین ترفتالات (PET) ۶۱
پلی‌اکرونیکتیل (PAN) ۴۹
پلی‌پروپیلن (PP) ۵۳
پلی‌تین ۵۳
پلی‌تین با چگالی بالا ۵۳
پلی‌تین با چگالی پایین ۵۳
پلیس ۱۴۷
پلی‌کربنات (PC) ۵۷
پلیمر ۵۳، ۵۲
پلیمرها ۲۸، ۴۷، ۴۹، ۵۹، ۶۹
پلیمرهای مصنوعی ۵۳
پلیموت ۲۱۳
پلی‌وینیل بوتیرال (PVT) ۵۷
پلی‌وینیل کلرید (PVC) ۵۳
پنبه ۲۸۱
پنجره‌های بدون پرده و دما ۸۱
پنجره‌های پوشیده و دما ۸۱
پنجه ۳۰۴
پنجه گرگان ۲۵۵
پنجه‌های جانور و وزن ۷۴
پنگون‌ها ۲۹۲، ۳۰۳
پنل‌های حرارتی ۱۹۵
پنی‌سیلین ۲۸۳
پنی‌سیلوم ۲۸۳
پورتوریکو ۲۰۰
پورفیریت ۲۱۹
پوست ۳۲۰، ۳۳۸، ۳۵۱، ۳۶۷
پوست‌اندازی ۲۹۸، ۳۰۵، ۳۱۰
پوست‌درخت ۲۶۸، ۲۷۹
پوسته‌های الکترونی ۲۷
پوسته‌ی اقیانوسی ۲۰۷، ۲۱۴، ۲۲۷
پوسته‌ی خارجی زمین ۲۰۸
پوسته‌ی زمین ۲۰۷، ۲۰۸، ۲۱۵، ۲۱۷، ۲۱۹
پوسته‌ی قاره‌ای ۲۰۷
پوسیدگی دندان‌ها ۳۶۸
پوسیدگی دندان‌ها و فلوتورین ۳۷
پوشش ۳۳۸
پوشش بافت فیبروزی ۳۵۷
پوشش بشمی ۳۲۲
پوشش خارجی بدن ۳۳۸
پوشش دانه ۲۶۲
پوشش میلین ۳۴۴
پوکی استخوان ۳۶۷
پوکی استخوان در فضا ۱۹۳
پولسار تپنده ۱۹۶
پولسارها ۱۸۶
پولسارهای ۱ (یک) ۲۰۰
پولک‌جویی ۲۶۴
پولک‌بالان ۲۹۷
پولک‌ها ۲۶۴، ۳۰۰، ۳۰۲
- پولک‌های هم‌پوشان ۳۰۰
پولپ ۲۹۴
پولپ‌های مرجانی ۲۳۱
پولستر ۵۲، ۵۶
پونز و فشار ۷۴
پویانمایی نگاه کننده‌انیمیشن
پویشگرهای پزشکی نگاه‌کننده
اسکنرهای پزشکی
پهنه‌های یخی ۲۰۵، ۲۲۶
پی.وی.سی. ۵۳
پیاده‌روی ۳۶۸
پیاده‌شدن روی ماه ۱۹۰
پیاز ۲۶۲
پیاز لاله ۲۶۲
پیاز مو ۳۵۱، ۳۶۷
پیام‌بودار ۳۱۹
پیام‌عصبی ۳۴۹
پیام‌وویجر ۲۰۰
پیام‌های حسی ۳۴۶، ۳۵۰
پیام‌های ضربان مانند در فضا ۱۶۹
پیام‌های عصبی ۳۴۳، ۳۴۷، ۳۴۸
پیچاندن پیچ و نیرو ۹۱
پیچک ۲۷۳
پیچ‌گوشی و نیرو ۹۱
پیچ‌ها ۸۸، ۹۱
پیدایش اتمسفر ۲۰۶
پیدایش اقیانوس‌ها ۲۰۶
پیدایش تلماسه‌ها ۲۲۵
پیدایش زمین ۲۰۶
پیدایش فصل‌ها ۲۳۷
پیدایش قاره‌ها ۲۰۶
پیدایش ماه ۱۷۳
پیدایش منظومه‌ی شمسی ۱۷۲
پیدایش هیمالیا ۲۱۴
پیراتر ۲۶۳
پیروکلاستیک ۲۱۲
پیری ۳۶۶، ۳۶۷
پیری و بی‌وزنی ۱۹۳
پیروالکترونیک ۵۹
پیستون‌ها ۷۵، ۹۲
پیستون‌های هیدرولیکی نیرو ۸۹
پیشبرنده‌های موشکی ۳۸
پیش‌بینی توفان ۱۵۱
پیش‌بینی زلزله ۲۱۱
پیش‌بینی وضع هوا ۱۵۱، ۲۳۹
پیشروی آب دریا ۲۲۷
پیشگیری و درمان مالاریا ۲۷۹
پیکسل ۱۱۹، ۱۴۰
پیل‌ی ابریشمی ۳۰۹
پیوستگی موهو ۲۰۷
پیوند
اترها ۴۴
اعضا ۳۷۵
پیوند رودی کوچک ۳۷۵
شش ۳۷۵
شیمیایی ۲۸، ۴۱
فلزی ۲۸
قلب ۳۷۵
کلیه ۳۷۵
کوالانت ۲۸
موقت ۲۹
هیدروژنی ۴۱، ۴۰
یونی ۲۸
- تابش‌های غیرقابل دیدن ۱۸۶
تابلوی نمایش داستان فیلم ۱۲۰
تابه‌ی آلومینیومی ۸۳
تاج خورشید ۱۷۱
تار ۳۱۳
تار عصبی ۳۴۳، ۳۴۴
تار ماهیچه‌ای ۳۴۲، ۳۴۳
تارپ، ماری ۲۳۰
تارچه ۳۴۲
تارهای صوتی ۳۶۷
تارهای کشنده‌ی ریشه ۲۶۹
تاریخچه‌ی اینترنت ۱۵۲
تاریخچه‌ی زمین ۲۰۶، ۲۲۱
تازک ۲۸۴
تاسمانی ۳۰۴، ۳۲۹
تأسیسات شیمیایی ۵۰
تاق ۲۲۷
تاق‌دیس ۲۱۵
تاک ۲۷۰
تالاب‌ها ۲۶۰
تالار موسیقی ۱۰۶
تالارهای مدرن موسیقی ۱۰۶
تالاموس ۳۷۴
تالپوت، ویلیام هنری فاکس ۱۱۸
تأمین برق ۲۴۸
تانکر دیزلی ۹۳
تایلند ۲۵۰
تایمین ۴۷
تب مالاریا ۲۸۵
تب یونجه ۳۷۰
تبادل اطلاعات در شبکه ۱۵۲
تبادل بسته‌ای ۱۵۲
تبادل گازها ۲۹۳
تبادل گازی در کیسه‌ی هوایی ۳۵۴
تپت ۲۱۴
تبخیر ۱۷، ۵۰، ۸۲
تبدیل تصاویر دیجیتالی ۱۴۰
تبدیل کد‌ها ۱۴۱
تبدیل مایع به گاز ۱۷، ۸۲
تپه‌های برخان (هلالی شکل) ۲۲۵
تپه‌های خشک نمکی ۲۷۵
تپه‌های مانده‌ای ۲۲۵
تپه‌های نمکی و گیاهان ۲۷۴
تنیس ۲۰۹
تثلیث اول ۱۷۷
تثلیث دوم ۱۷۷
تجربیات انسان و هوش مصنوعی ۱۵۷
تجزیه ۳۱
تجزیه و تحلیل پیام‌های رسیده از پوست ۳۴۵
تجزیه و تحلیل پیام‌های رسیده از چشم‌ها ۳۴۵
تجزیه و تحلیل صداها و مغز ۳۴۵
تجزیه‌شدنی زیستی ۶۰، ۶۱
تجزیه‌کننده‌ها ۲۲۴
تجزیه‌ی پروتئین‌های غذا ۳۵۹
تجزیه‌ی غذا ۳۵۸
تجزیه‌ی هیدروکربن‌ها ۴۶
تجزیه‌ی گیاهان و جانوران مرده ۲۸۲
تجزیه‌ی نور ۱۲۲
تجمع ۲۰۶
تجویز دارو ۳۷۳
تجهیزات آزمون ۱۴۲
تجهیزات درون ماهواره ۲۳۹
تجهیزات رادیویی ۱۸۹
تجهیزات رایانه‌ای ۱۰۹
تجهیزات ورزشی و کربن ۴۹
تحقیق در باره‌ی مریخ ۱۹۸، ۱۹۹
تحقیق و تولید ۵۱
تحقیقات پزشکی ۳۷۶
- تحقیقات پزشکی در فضا ۱۹۲
تحقیقات علمی در فضا ۱۹۵
تحمل گرما در پلاستیک ۵۲
تخریب زیستگاه‌ها ۲۴۶
تخم ۳۶۵
تخم دایناسورها ۳۳۲
تخم قورباغه ۳۰۱
تخم‌دان گل ۲۶۳
تخم‌دان‌ها ۲۶۲، ۲۶۵، ۲۹۲، ۳۵۶، ۳۶۷، ۳۶۲
تخم‌ریزی در لقاخ خارجی ۳۰۹
تخم‌زایی گل ۲۶۶
تخمک ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۳۸
تخمک‌های نارس ۳۶۲، ۳۶۷
تخم‌گذار ۳۰۴
تخم‌های کروکودیل ۳۰۸
تداخل امواج رادیویی ۱۴۳
تراپسید ۲۲۱
تراس کلسینی ۲۱۶
تراشه ۱۴۵
تراشه‌های جوب ۲۸۰
تراشه‌های رایانه‌ای ۱۳۹
تراشه‌های سیلیسی ۲۴۸
تراشه‌ی پردازشگر ۱۴۸
تراشه‌ی سیلیکان ۱۴۲
تراشه‌ی منطقی ۱۴۱
تراشه‌ی هویتی فرانکس رادیویی ۱۴۲
ترافیک و صدا ۱۰۲
تراکم‌گاز ۱۵
ترامبولین ۶۹
ترانزیستور حساس به نور ۱۳۹
ترانزیستور کنترل‌کننده‌ی سرعت ۱۳۹
ترانزیستورها ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۲، ۱۴۷
ترانسفورمر ۱۳۴، ۱۳۵
تراورتن ۲۱۶
تربیع اول ۱۷۷
تربیع دوم ۱۷۷
ترس ۳۱۸
ترشحات سمی ۳۲۰
ترقوه ۳۴۰
ترکیب رنگ‌ها ۱۲۲
ترکیبات کربنی ۴۸
ترکیب اسبوم و تخمک ۳۶۵
ترکیب جلبک‌ها با قارچ‌ها ۲۸۳
ترکیب سیلیکانی ۵۸
ترکیب عناصر و انرژی ۷۷
ترکیب هیدروکربن ۵۱
ترکیبات آلی ۴۹
ترکیبات شیمیایی و انرژی ۷۷
ترکیبات فلزی ۱۷۹
ترکیبات کربنی ۸۶
ترکیب کردن تصاویر ۱۴۸
ترکیه ۲۱۶، ۲۴۸
ترموپلاستیک‌ها ۵۳، ۶۱
ترموستات ۸۱
ترموست‌ها ۵۳
ترموسفر ۲۳۵
ترمیم استخوان‌های شکسته و فلزات حافظه‌دار ۱۲
ترمیم اندام‌های آسیب‌دیده ۳۷۶
ترمیم بخش‌های فرسوده ۳۶۶
ترمیم بدن ۳۶۶، ۳۶۷
ترن هوایی شهرسازی ۷۰
تروپوسفر ۲۰۴، ۲۳۴، ۲۳۵
تری‌نیتروتئون ۴۳
تریاک دارویی ۲۷۹
تریستلی، جوزف ۳۹
تریستور ۱۳۹
تریلوبیت‌ها ۳۳۳
تزریق زهر ۳۲۱
- تابستان ۲۳۷
تابستان و درختان ۲۶۹
تابش آفتاب ۲۳۸

- تستوسترون ۳۵۶، ۳۶۷
تسلا، نیکولا ۱۳۶
تسهیم (مولی‌پلکس) ۱۴۳
تشخیص آزمایشگاهی ۳۷۳
تشخیص بو ۳۴۶
تشخیص بیماری‌ها ۱۳۳، ۳۷۲، ۳۷۳
تشخیص چهره‌ی رایانه‌ای ۱۵۶
تشخیص حمله ۳۲۰
تشخیص رنگ ۱۲۲
تشخیص رنگ‌های سیاه و سفید ۳۴۹
تشخیص سرطان سینه ۳۷۲
تشخیص طعم غذا ۳۵۸
تشخیص مرزهای قلمروی جانوران ۳۱۶
تشعشع ۸۲
تشعشع الکترومغناطیسی ۸۴
تشعشعات زیان‌آور خورشیدی ۲۰۷
تشعشعات گرمایی ۸۳
تشکیل ابر ۲۴۲
تشکیل سنگ‌ها ۲۱۷
تشکیل کهکشان ۱۶۲
تصاویر ۱۴۵
تصعید ۱۷
تصفیه‌ی آب ۲۱
تصویر ۱۴۴
تصویر امواج رادیویی ۱۹۶
تصویر پرتو ایکس ۱۱۷، ۱۴۲
تصویر حرارتی خانه ۸۱
تصویر دیجیتالی ۱۱۹
تصویر سه‌بعدی ۱۱۲
تصویر سه‌بعدی از مغز ۳۷۴
تصویر ماهواره‌ای ۲۴۱، ۲۴۹
تصویر متحرک ۱۲۰
تصویر موزاییکی ۳۱۷
تصویر میکروسکوپ الکترونی اسکن‌کننده (SEM) ۲۸۵، ۲۵۶
تصویربرداری با پرتو ایکس ۳۷۳
تصویربرداری مغناطیسی تشدید یافته ۱۳۳
تصویرهای ماهواره‌ای ۱۸۹
تعادل ۳۴۷
تعادل بدن ۳۴۷
تعادل هورمونی ۳۷۰
تعرق ۲۵۹
تعرق بخار ۲۵۹
تعریق ۱۸
تعمیر ماهواره‌ها ۱۹۳
تعمیر هابل ۱۹۳
تعیین مکان شکار ۳۱۶
تعیین موقعیت کشتی ۹۹
تعیین موقعیت هواپیما ۹۹
تغذیه ۳۱۲-۳۱۳
تغذیه از طریق پالایش ۳۰۰
تغذیه پالایشی ۳۱۲
تغییر آب و هوا ۲۳۶
تغییر برگشت‌پذیر ۳۱، ۳۰
تغییر جهت گیاهان رو به نور ۲۷۲
تغییر جهت و نیرو ۶۵
تغییر حالت ۱۶
تغییر حالت آب ۱۶
تغییر حالت و کاپوت اتومبیل ۱۲
تغییر دما و گیاهان ۲۷۲
تغییر رنگ پوست ۳۲۰
تغییر شیمیایی ۳۰
تغییر فشار هوا و آب ۷۵
تغییر فیزیکی ۳۰
تغییر گاز به مایع ۱۷
تغییر ملکول‌ها ۲۹
تغییر وضع هوا ۲۳۸
تغییرات اقلیمی ۲۶۹
- تغییرات جوی ۱۸۲
تغییرات ذهنی ۳۶۶
تغییرات زیستگاه‌ها ۳۳۴
تغییرات سطح دریا ۲۲۷
تغییرات فشار ۳۵۰
تغییرات فصلی و درختان ۲۶۹
تغییرات مردمک چشم ۳۴۸
تغییرات هورمونی ۳۶۷
تفتان ۲۱۳
تفکر ۳۳۹
تفنگ‌های الکترونی ۱۱۶، ۱۴۴، ۱۴۵
تقارن شعاعی ۲۹۲
تقارن کامل ۲۹۲
تقسیم شدن ۳۰۹
تقطیر ۱۷، ۵۱
تقویت ۱۰۵، ۱۳۹
تقویت خاک ۲۲۴
تقویت صدا ۱۳۸
تقویم زمانی کیهان ۱۶۳
تکامل ۳۳۰، ۳۲۸
تکانه‌ها ۶۶، ۶۷
تکانه‌های الکتریکی ۳۴۴، ۳۵۲
تکلم ۳۵۴، ۳۵۵
تکنولوژی دیجیتال نگاه‌کننده فناوری دیجیتال
تکامل فیل‌ها ۳۲۸
تکامل گیاهان ۲۵۵
تکانه‌های عصبی ۳۷۶
تک سلولی‌ها ۲۸۵
تک سلولی‌های ابتدایی ۱۶۳
تک لیه‌ای‌ها ۲۶۵، ۲۶۵
تکسین‌های سرویس هواپیما ۱۴۹
تگرگ ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴، ۲۴۵
تلسکوپ فضایی هابل (HST) ۱۶۳، ۱۸۲، ۱۹۳، ۱۹۶، ۱۹۷
تلسکوپ‌ها ۱۱۷، ۱۸۶، ۱۸۷، ۱۸۹
آمانوری ۱۱۷
انعکاسی (آینه دار) ۱۱۷، ۱۸۱، ۱۸۶، ۱۹۷
انکساری (عدسی دار) ۱۸۶
بازتابی نگاه‌کننده انعکاسی
بزرگ ۱۱۷، ۱۸۶
پرتوی ایکس ۱۶۹
رادیویی ۹۹
ردیایی پرتو ایکس ۱۹۶
شکستی ۱۱۷
فضایی ۱۸۶، ۱۹۷
نجومی ۱۱۷
و بازتاب ۱۱۳
هاله ۱۸۶
تلفن ۱۴۶
تلفن همراه پارچه‌ای ۵۹
تلفن‌های همراه ۵۹، ۱۴۲، ۱۴۷، ۱۵۲
تلفیق دامنه (AM) ۱۴۳
تلگراف ۱۴۶
تلماسه ۲۲۵
تلماسه‌های هلالی شکل ۲۲۵
تلبه‌ی نفت ۸۶
تلویزیون ۹۸، ۱۱۶، ۱۴۴-۱۴۵
تعاملی ۱۴۵
دیجیتال ۱۴۵، ۱۴۴
زمینی ۱۴۴
صفحه تخت ۱۴۴
ماهواره‌ای ۱۴۴
مجتمع ۱۴۵
والکتریسته ۱۲۸
تله‌های فتری ۲۷۱
تله‌های کوزمانند ۲۷۱
تماس با کشتی‌ها ۱۴۷
- تماس رادیویی ۱۴۷
تماس رادیویی مستقیم ۱۴۷
تمدن‌های احتمالی در فضا ۲۰۰
تمشک ۲۶۳
تمیز کردن قطعات ماشین آلات ۳۲
تمیز کننده‌ها و بازها ۳۳
تن صدا ۱۰۳
تناسب اندام ۳۶۸
تناوب کشت ۲۷۷
تناوب‌ساز ۱۳۷
تناوب‌های جدول تناوبی ۲۶، ۲۷
تندآب‌ها ۲۲۲
تندبادها ۲۴۱
تنظیم اعمال حیاتی بدن ۳۳۹
تنظیم الگوهای خواب و بیداری ۳۵۶
تنظیم تولید شیر در پستان‌ها ۳۵۶
تنظیم حرکت ۳۴۵
تنظیم دما ۳۵۱
تنظیم دمای بدن ۳۵۱
تنظیم سوخت و ساز ۳۵۶
تنظیم ضربان قلب ۳۴۵
تنظیم قند خون ۳۶۰
تنظیم کننده‌های رشد ۲۷۲، ۲۷۳
تنظیم کننده‌های رشد گیاهان ۲۷۲
تنظیم مقدار آب و نمک بدن ۳۵۶
تنفس ۳۹، ۴۶، ۲۴۵، ۳۵۴، ۳۵۵
تنگستن ۳۵، ۱۲۹
تنگ‌شدن سرخرگ‌ها ۳۷۰
تنگی تنفس و گیاهان دارویی ۲۷۹
تنوع زیستی ۳۳۵
تنوع گرمسیری ۲۵۵
تنه ۳۱۴
تنه‌ی درختان ۲۶۸
تنه‌ی فیبر کربنی دوچرخه ۴۹
تنیدن تار ۲۹۸
توالی DNA ۳۶۵
توان ۱۲۹
توب فوتیال و نیرو ۶۵
توپوگرافی کارست ۲۲۳
توت فرنگی ۲۶۳
توتیا‌های دریایی ۲۸۶، ۳۲۰
توتیای سوزنی ۲۹۹
توده‌های هوا ۲۳۸
توده‌های یخی ۱۸۵
تور ۲۸۰
تورب ۸۶، ۲۴۹، ۲۶۱
تورب‌زار ۲۶۱
توربین‌بادی ۱۳۷
توربین‌ها ۸۷، ۹۲، ۱۳۱
تورپور ۳۲۳
تورم ۲۵۹
تورنادو ۲۴۲، ۲۴۳
تورنچلی، اوانجلیستا ۲۳۵
توزیع الکتریسته ۱۳۱
توزیع گرما در زمین ۲۲۹
توس ۲۶۸
توستر ۸۳
توسعه‌ی پایدار ۲۵۱
توسعه‌ی وارسته‌های پرمحصول و مقاوم ۲۷۶
توفان ۲۳۹، ۲۴۱
استوایی ۲۴۱
برقی ۲۴۵
چرخشی (گردباد) ۲۴۱
خورشیدی ۱۷۶
رعد و برقی ۲۴۲، ۲۴۳
مغناطیسی ۱۷۱
توفند چرخنده نگاه‌کننده هوریکن چرخنده
تولد نوزاد ۳۶۲، ۳۶۳
- تولید ادرار ۳۵۶
تولید اسپرم ۳۳۸
تولید الکتریسته ۸۳، ۸۶، ۸۷
تولید انرژی ۲۹۳، ۳۳۸، ۳۵۶
تولید برق ۱۳۱، ۱۸۹
تولید دارو ۵۱
تولید سلول‌های جنسی ۲۶۱
تولید سم ۳۲۰
تولید صدا ۱۳۹، ۳۵۵
تولید غیرجنسی ۲۹۴
تولید مثل ۳۰۵-۳۰۸، ۳۰۹-۳۲۸، ۳۶۲
تولید مثل جنسی ۲۹۰، ۳۰۸
تولید مثل خزها ۲۶۱
تولید مثل زن ۳۶۲
تولید مثل سرخس‌ها ۲۶۰
تولید مثل غیرجنسی ۳۰۸
تولید مثل گیاهان ۲۶۲، ۲۶۴
تولید نور در پلانکتون‌ها ۳۱۹
تولید واکسن ۳۷۶
تولید کننده ۲۲۷
تومور ۸۴، ۳۷۱
تومیا، کلاید ۱۸۳
توندراها ۲۳۶، ۲۴۶، ۳۲۵
توندراهای قطب شمال ۲۴۶
تونل باد ۶۸
تونل باد مجازی ۱۵۱
تهدید کننده‌های سلامتی ۳۶۹
تهیگاهی ۳۴۰
تهیه الوار و جنگل زدایی ۲۴۶
تی. ان. تی. نگاه‌کننده تری نیتروتولون
تیتان ۱۸۰، ۱۹۸
تیتانیا ۱۸۱
تیرانوساروس رگس ۳۳۱، ۳۳۴
تیرئوئید ۳۵۶
تیروکسین ۳۵۶
تیغه‌های توربینی ۹۲
تیفون ۲۴۱
تیم ترانزیستور ۱۳۸
تینر ۵۰
- ث**
ثبت مغناطیسی ۱۴۸
ثربا ۱۶۶
ثور ۱۶۶
- ج**
جابه‌جایی ۶۵
جابه‌جایی انرژی ۱۳۱
جابه‌جایی جسم و نیرو ۸۸
جابه‌جایی سنگ‌ها ۲۲۳
جابه‌جایی غیرهم‌سطح ۹۱
جاده‌سازی ۲۴۸
جاده‌ی شیب‌دار ۹۱
جاده‌ی کوهستانی ۹۱
جاذبه نگاه‌کننده گرانش
جام روپات‌ها ۱۵۴
جامدات ۱۶، ۱۲
جامدات کنش‌سان ۶۹
جانداران آبرزی ۲۴۷
جانداران ذره‌بینی ۲۰۹
جانداران میکروسکوپی ساده ۳۳۰
جانور ندر تولید مثل ۳۰۸
جانوران ۲۴۶، ۲۹۰
آبری ۳۱۲، ۳۱۴
بی‌مهره ۳۱۳
تخم‌گذار ۳۰۳
جفت‌دار ۳۰۴
در خطر فقر اض ۲۲۵

جانوران (بقیه)

درخت‌زی ۳۱۷، ۳۱۴

دریازی ۲۹۱

زنده‌زا ۳۰۴

سُمدار ۳۱۴

شیش‌کار ۳۲۲

گرده‌افشان ۲۶۷، ۲۶۶، ۲۶۵

گوشت‌خوار ۲۷۶

گیاه‌خوار ۲۷۶

منقرض‌شده ۳۳۳

میوه‌خوار ۲۶۳

و سوخت ۸۶

بایزه‌ی صلح نوبل ۲۷۶

بایزه‌ی نوبل فیزیک ۲۴، ۷۳، ۱۳۸

جایگاه زن‌ها ۳۶۵

جایگاه کروموزوم‌ها ۳۶۴

جبر ۱۴۱

جبهه‌های هوا ۲۳۸، ۲۳۹

جبهه‌ی سرد ۲۳۸، ۲۳۹

جبهه‌ی گرم ۲۳۸

جبهه‌ی محبوس ۲۳۸، ۲۳۹

جت جنگنده ۱۵۱

جداسازی آب و نمک ۵۰

جداسازی مایع ۲۱

جداسازی مخلوط‌ها ۲۰

جدول تناوبی ۲۶، ۲۶

جذب ۱۰۷، ۱۰۶

جذب اکسیژن ۳۳۸

جذب الکترون‌ها ۱۶۲

جذب درخت از خاک ۲۶۹

جذب نمک در گیاهان ۲۷۵

جراحی ۳۷۰، ۳۷۴، ۳۷۵

جراحی چشم به کمک لیزر ۳۷۵

جراحی سوراخ کلید ۳۷۵

جراحی و پلاستیک خودترمیم‌شونده ۵۹

جراحی و لیزر ۱۱۲

جرثقیل ۹۰

جرثقیل آهنربایی ۱۳۴

جرثقیل و نیرو ۸۸

جرقه ۱۲۶

جرقه‌ی الکتریکی ۲۴۳

جرقه‌ی صاعقه ۲۴۳

جرم ۶۷، ۷۲

جرم اتمی ۲۶، ۲۵

جرم ماه ۷۲

جرم و گرانش ۷۳

جرم و وزن ۷۲

جریان ۱۲۹

جریان آب ۲۲۲

جریان آگولاس ۲۲۹

جریان اقیانوس آرام شمالی ۲۲۹

جریان اقیانوس هند جنوبی ۲۲۹

جریان الکتریسته ۵۰، ۱۳۰

جریان الکتریکی ۱۲۷، ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۴

جریان انرژی ۳۲۷

جریان بادها ۸۲

جریان برق ۱۳۴

جریان جزر و مدی ۸۷

جریان چرخشی آرام جنوبی ۲۲۹

جریان چرخشی آرام شمالی ۲۲۹

جریان چرخشی اطلس جنوبی ۲۲۹

جریان چرخشی اطلس شمالی ۲۲۹

جریان خون ۳۵۲

جریان دود کشی ۲۳۰

جریان دور قطب جنوب ۲۲۹

جریان سرد در اقیانوس‌ها ۲۲۹

جریان گرم در اقیانوس‌ها ۲۲۹

جریان گل آتش‌فشانی ۲۲۳

جریان مایع ۱۴

جریان متناوب ۱۴۷

جریان هامبولت ۲۲۹، ۸۲

جریان هوای سرد ۲۳۵

جریان‌های آب قیانوس ۲۹۱، ۲۹۴

جریان‌های اقیانوسی ۲۲۹، ۲۳۱

جریان‌های الکتریکی ۱۳۸، ۱۳۹

جریان‌های دریایی ۲۰۵، ۲۲۸

جریان‌های همرفت ۸۲، ۲۰۷، ۲۴۲

جریان‌های هوا ۹۶، ۱۵۱، ۲۲۵

جزایر نگاه‌کننده جزیره‌ها

جزر ۳۲۶

جزر و مد ۲۲۸، ۲۲۹، ۲۸۶

جزیره‌های ۲۳۱

آتش‌فشانی ۲۳۱، ۲۳۱

اسوالبارد ۲۴۶

اقیانوسی ۲۳۱

اندونزی ۲۰۲

بریتانیا ۲۳۱

رشته‌ای ۲۳۱

سدی ۲۳۱

قاره‌ای ۲۳۱

گالاپاگوس ۳۲۹، ۳۳۴

مالدیو ۲۴۷

مرجانی ۲۳۱

جزیره‌ی اسپیتزبرگن ۲۰۹

جزیره‌ی موریس ۳۳۴

جزیره‌ی مونت‌سرا ۲۱۳

جستوجوگرها ۱۵۳

جستوجوگرهای وب ۱۵۳

جستجوی پیام‌ها در فضا ۲۰۱

جستجوی هوش فرازمینی (SETI) ۲۰۰

جسم سلولی ۳۳۹، ۳۴۴

جعبه‌ی مخابره‌ی سیگنال‌ها ۱۴۵

جغد ۳۲۷

جفت‌طلبی ۳۰۶-۳۰۷، ۳۳۲

جفت‌گیری ۲۹۵

جفت‌گیری گوزن قرمز ۳۰۷

جفت‌یابی ۳۰۶

جگرانش‌ها ۲۵۵، ۲۶۰

جلب‌جفت ۳۱۷

جلبک‌ها ۲۵۵، ۲۸۵، ۲۸۶، ۳۲۶

آبی‌سبز ۲۰۱

اوگلنا ۲۸۵

دریایی ۲۸۵، ۲۸۶

دریایی قرمز ۲۸۶

دریایی قهوه‌ای ۲۸۶

سبز ۲۸۶

میکروسکوپی ۲۸۷، ۳۲۵

جلد پوست ۳۵۱

جلیقه‌های ضد گلوله ۵۶

مجموعه ۳۰۴، ۳۲۲، ۳۴۰، ۳۴۸، ۳۶۶

مجموعه‌ی تیرانوساروس رکس ۳۳۴

جمع‌آورنده ۱۳۹

جمع‌آوری غبار دنباله‌دار ۵۸

جمع‌آوری مایع اضافی بدن ۳۵۷

جمعیت‌ها ۳۲۴

جناغ‌سینه ۳۴۰

جنین‌های کوه‌زایی ۲۱۵

جنس نگاه‌کننده سرده

جنگل استوایی ۲۴۶، ۲۴۷

جنگل شمالی ۲۴۶

جنگل کلب ۲۸۶

جنگل مخروط‌داران ۲۳۷، ۲۶۴

جنگل‌زدایی ۲۴۶

جنگل‌ها ۲۶۸، ۲۶۹، ۳۲۶

جنگل‌های بارانی ۲۶۸، ۲۷۰، ۲۷۹، ۳۲۵

جنگل‌های بارانی آمازون ۳۲۵

جنگل‌های بارانی استوایی ۲۴۶

جنگل‌های بارانی گرمسیری ۲۵۵، ۲۷۴، ۲۷۹

جنگل‌های برگ‌ریز ۲۴۶

جنگل‌های جنوب آمریکا ۳۲۶

جنگل‌های سردسیری ۲۶۸

جنگل‌های سنگال ۳۲۲

جنگل‌های کاج ۲۴۶

جنگل‌های کوهستانی ۳۲۵

جنگل‌های گرمسیری ۲۶۸

جنگل‌های معتدل ۲۳۶

جنگل‌های مناطق سردسیر ۲۶۸

جنگل‌های مناطق معتدل ۲۶۸

جنوب آسیا ۲۴۰

جنوبگان ۲۲۶

جنین ۳۶۳، ۳۶۲

جو نگاه‌کننده اتمسفر

جوانه زدن ۳۰۹

جوانه‌زنی ۳۰۹

جوانه‌های انتهایی ۲۵۶، ۲۵۷

جوانه‌های جنشایی ۳۴۶، ۳۵۸

جوانه‌های زیرزمینی ۲۶۲

جوانه‌های منفرد ۳۰۹

جواهر تزئینی ۴۴

جواهرات ۲۴۸

جواهرات خام (تراش‌نخورده) ۲۱۷

جواهرسازی ۲۱۷

جوجه تیغی ۳۲۰

جوجه‌سوختاری ۳۶۹

جوش آمدن ۱۶، ۱۷

جوش جوانی ۳۶۷

جوش دادن فلزات ۱۲۷

جوشکاری ۱۲۷

جوشکاری زیر آب ۱۲۷

جوشکاری قوسی ۲۷، ۱۲۷

جوندگان ۳۰۴

جوهر نمک و بازها ۳۳

جوبیار ۳۰۷

جهت وزش باد ۲۳۹

جهت‌یابی ۳۲۲

جهت‌یابی در مسافت‌های دور ۳۲۳

جیب‌سوم ۳۶

جیرجیر ۳۱۹

جیرجیرک‌ها ۳۱۹

جیره‌ی غذایی در فضا ۱۹۲

جیوه ۱۴، ۸۱، ۲۳۵

ج

چاپ رنگی ۱۲۳

چاپگر جوهرافشان ۱۴۸

چاپگر شبکه ۱۵۰

چاه آرتزین ۲۳۳

چترک ۲۶۲

چترها ۲۶۳

چراغ‌های روشنایی ۱۲۹

چراغ‌های نئون ۳۷

چربی‌ها ۳۵۸، ۳۶۹

چرخ بلی‌یورتان ۵۳

چرخ دنده و نیرو ۹۱

چرخ دنده‌ی استوانه‌ای ۹۱

چرخ دنده‌ی کشویی ۹۱

چرخ‌ریسک آبی‌رنگ ۳۱۱

چرخ فلک افقی و حرکت ۷۱

چرخ و محور ۸۹

چرخش ۶۴

چرخش به دور محور ۲۰۴

چرخ‌ها ۸۸، ۸۹

چرخ‌های انومیل ۸۹

چرخ‌های اسکیت ۵۳

چرخه‌های زندگی ۳۰۵

چرخه‌های یخچالی ۲۲۷

چرخه‌ی آب ۲۴۴

چرخه‌ی اکسیژن ۳۹

چرخه‌ی چهار ضربه‌ای ۹۲

چرخه‌ی رفتاری ۳۲۲-۳۲۳

چرخه‌ی زندگی ستاره‌ها ۱۶۸

چرخه‌ی زندگی گیاهان ۲۵۵، ۲۶۲

چرخه‌ی سنگ ۲۱۷

چرخه‌ی کربن ۴۴، ۴۵

چرخه‌ی ماه ۱۷۷

چرخه‌ی نیتروژن ۴۲، ۴۳

چسبندگی مایعات ۱۴

چشایی ۳۴۶

چشم الکترونیکی ۱۵۴

چشم ساده ۲۹۹، ۳۱۷

چشم مرکب ۳۱۷، ۳۳۰

چشم‌هوریکن ۲۴۱

چشمه ۲۳۳

چشمه‌ها ۲۹۰، ۲۹۲

چشمه‌های جانوران ۳۱۷

چشمه‌های دروغین ۳۲۰

چشمه‌های مرکب ۲۹۶، ۲۹۷، ۳۳۳

چشمه‌های آب‌داغ ۲۱۳

چشمه‌های آبگرم و انرژی ۸۷

چشمه‌های داغ ۲۱۶

چکش و انرژی ۷۷

چکش‌خواری ۳۴

چگالی ۱۰، ۲۰، ۴۱، ۵۳، ۹۴، ۱۱۴، ۱۷۱

آب ۴۱

بلی‌نین ۵۳

خورشید ۱۷۱

چگونگی رشد ریشه ۲۵۷

چنار ۲۵۷

چنگال‌ها ۳۱۲

چوب درخت کاج ۲۸۰

چوب و رسانای گرما ۸۳

چهره‌نگاری رایانه‌ای ۱۵۶

چهره‌ی مریخ ۱۹۹

چیناها ۳۲۴

چین ۱۳۴، ۲۸۲

چین‌خوردگی ۲۱۴، ۲۱۵

چین‌خوردگی‌های مخ ۳۴۵

چین‌خوردگی‌های معده ۳۵۹

چینی ۵۵

چینی لعاب‌دار ۱۳۰

چینی و سنگ ۲۴۸

چینی‌ها ۱۸۸

چینی‌ها و صورت فلکی ۱۶۷

ح

حاصلخیزشدن خاک و کرم‌های خاکی ۲۲۴

حفاظت گروهی ۳۲۴

حافظه‌ی اطلاعات جابه‌جاشونده (CCD) ۱۱۹

حافظه‌ی الکتریکی ۱۴۸

حافظه‌ی دسترسی تصادفی (RAM) ۱۴۸

حافظه‌ی دیجیتال ۱۴۵

حالت زیگزاگی و مقاومت ۱۲-۱۳

حالت‌های ماده ۱۰، ۱۲، ۱۶

حباب‌صابون ۱۱۰

حباب‌ها ۲۸۶

حباب‌های بتاسیم ۳۵

حباب‌های قوسی ۳۷

حباب‌های گاز ۲۹

حجم عطارد و زمین ۱۷۴

حدقه‌ی چشم ۳۴۲، ۳۴۸

حرارت ۱۷

حرای گرمسیری ۲۷۵

خاک‌های شور و گیاهان ۲۷۴
خامه ۲۶۵، ۲۶۶
خانواده ۲۹۰
خانه‌سازی ۲۸۰
خانه‌ها و محیط زیست ۲۵۰
خاورمیانه ۲۸۱
ختمی درختی ۲۵۶
خدمات پست الکترونیکی ۱۵۳
خدمات اضطراری و ارتباط رادیویی ۱۴۷
خرچنگ ۲۲۸
خرچنگ SNR ۱۶۹
خرچنگ مخملی ۳۲۶
خرچنگ نعل‌اسبی ۳۳۳
خرچنگ و زیست‌تایی ۱۱۱
خرچنگ و پولون زن ۲۹۶
خرچنگ‌ها ۲۸۶، ۲۹۱
خرچنگ‌های نابینا ۲۳۰
خرچنگ‌ها ۲۲۴
خرس قهوه‌ای ۳۰۴
خرطوم ۳۱۹
خرگوش ۳۲۷، ۳۱۷، ۱۰۰
خرمگس‌ها ۲۹۷
خروج از تخم ۳۰۵
خرید اینترنتی ۱۵۲
خز ۳۰۴
خزش خاک ۲۲۳
خزگیان ۲۶۱
خزندگان ۳۰۲، ۳۰۹، ۳۲۸
خزندگان پرنده ۳۳۰
خزندگان خشکی‌زی منقرض شده ۳۳۱
خزندگان گول‌آسای دریایی ۳۳۰
خزندگان گردن‌دراز ۳۳۰
خزه‌ها ۲۴۶، ۲۴۹، ۲۵۵، ۲۶۰
خزه‌ی اسفانگوم ۲۶۱
خسوف نگاه‌کننده ماه‌گرفتگی ۲۷۹
خشخاش ۲۷۹
خشک‌رست ۲۷۴، ۲۷۵
خشکی‌ها ۲۰۴، ۲۲۷
خشکی‌های زمین ۲۳۶
خط آب ۹۴
خط استوا ۱۶۷، ۲۳۶، ۲۴۱، ۲۴۷، ۳۲۵
خط بریل ۳۵۰
خط پلیمسول ۹۴
خط گسل در الجزایر ۲۱۱
خطای چشم ۱۱۴
خطای دید ۱۱۴
خطر تشعشع ۸۴
خطوط انتقال نیرو ۳۴
خطوط نیرو ۱۳۳
خطوط هم‌فشار ۲۳۵
خطوط هوایی و فشار هوا ۷۵
خفاش ۳۰۴
خفاش و صدا ۱۰۳
خفاش‌ها و گرده‌افشانی ۲۶۷
خفاش‌های میوه‌خوار ۳۱۷
خفه کردن شکار ۳۲۱
خلبان و صوت ۱۰۲
خلبان و فشار هوا ۷۴
خلبان‌های جنگنده‌ها و فشار هوا ۷۴
خلیج مکزیک ۳۳۴
خم‌کنندگی جرم ۷۳
خم‌کننده‌ی انگشتان ۳۴۲
خمیر حنا ۲۸۱
خمیر کاغذ ۶۱
خمیر کردن کاغذ ۲۸۰
خمیر نان ۲۹
خمیر مایه ۲۹
خنثی‌سازی ۳۳

د

دئوکسی ریبونوکلئیک اسید (DNA) ۳۶۴
داده‌های دیجیتال ۱۴۳
دارزی (گیاه) ۲۷۴
دارکوب‌سانان ۳۰۳
داروایش ۲۷۰
داروها ۵۱
داروها و ترکیب کربنی ۴۸
داروها و کربن ۴۹
داروهای جدید ۳۷۶
داروهای ضد درد ۲۷۹
داروهای ضد سرطان ۳۷۱
داروهای گیاهی ۲۷۹
داروین، چارلز ۳۲۹، ۳۳۳
دانشیورد اتومبیل ۵۷
داگوتر، لوئیس ۱۱۸
دالتون، جان ۲۲
دامنه‌های مغناطیسی ۱۳۲
دامنه‌ی آدرس اینترنتی ۱۵۲
دامنه‌ی صدا ۱۰۲
دامنه‌ی موج ۱۰۹، ۱۴۳
دامنه‌ی موج رادیویی ۱۴۳
دامنه‌ی وب‌سایت ۱۵۲
دانشمندان
آلمانی ۷۳، ۸۲، ۱۳۰، ۱۴۱، ۲۰۹
آمریکایی ۱۲۶، ۱۴۶، ۱۵۶، ۱۶۴، ۱۷۶
۱۸۳، ۱۸۸، ۲۳۰، ۲۷۶
اسکانلندی ۲۸۳، ۳۵۴
انگلیسی ۲۲، ۱۳۳، ۱۳۵، ۶۳، ۱۶۹
۱۸۵، ۲۰۴، ۲۰۷، ۲۲۰، ۳۲۹
ایتالیایی ۱۲۹، ۱۸۶، ۲۳۵
دانمارکی ۲۴، ۱۳۴
روسی ۲۶
سوئدی ۲۵۴
فرانسوی ۲۸۴
کروات ۲۰۶
کشاورزی ۲۷۶
هلندی ۱۱۸، ۲۸۵
یونانی ۱۱، ۹۴
دانکلوستوس ۳۲۸
دانلود کردن نگاه‌کننده بارگذاری

حفظ و نگهداری مواد غذایی ۸۴
حکاکی سیلیکان ۱۵۷
حلال ۱۹
حلال جامع ۴۰
حلزون خشکی آفریقایی ۲۹۹
حلزون دریایی و اسید بدن ۳۳
حلزون گول‌بیکر ۲۹۹
حلزون گوش ۳۴۷
حلزون مصنوعی ۳۷۵
حلزونها ۲۸۶، ۲۹۹، ۳۱۵، ۳۲۷
حلزونها بدون صدف ۲۲۴
حلزونی دوتایی نگاه‌کننده مارپیچ دو رشته‌ای
حلقه‌های آرومانیک (بودار) ۴۸
حلقه‌های اتمسفر خورشید ۱۷۰
حلقه‌های اورانوس ۱۸۱
حلقه‌های زحل ۱۸۰
حلقه‌های زهره ۱۸۶
حلقه‌های غضروفی شش‌ها ۳۵۵
حلقه‌های غضروفی نای ۳۵۴
حلقه‌های نیتون ۱۸۲
حلقه‌ی آتش ۲۱۰
حلقه‌ی آدامز ۱۸۲
حلقه‌ی سیکلوترون ۲۳
حلقه‌ی کربن ۴۸
حلقه‌ی له وریه ۱۸۲
حمام اسید ۳۲
حمام کردن ۳۶۸
حمل الوار ۷۸
حمل‌کننده‌ی کلسترول ۳۷۰
حمل و نقل اسیدسولفوریک ۳۶
حمل و نقل مواد شیمیایی ۳۶
حمله‌ی دسته‌ای ۳۲۱
حمله‌ی قلبی ۳۷۰
حنا ۲۸۱
حنا روی دست‌ها ۲۸۱
حنجره ۳۵۵
حواس ۳۱۶
حوضچه‌ها ۲۱۵
حوضچه‌ی آرتزین ۲۳۳
حوضچه‌ی کالورپس ۱۷۴
حوضچه‌ی نمک ۵۰
حیات ابتدایی بر روی زمین ۲۰۱
حیات در مریخ ۱۷۸، ۱۹۹
حیات فرازمینی ۲۰۰-۲۰۱
حیوانات خانگی ۳۶۸
خ
خار ۲۹۹
خارپشت ۳۲۹
خارپوستان ۲۹۹
خارهای تیز ۳۲۰
خارهای دفاعی ۲۷۵
خارهای کاکتوس ۲۷۵
خازن الکترولیتی ۱۳۸
خازنها ۱۳۸
خازن‌های سرمایی ۱۳۸
خاصیت ارتجاعی پوست ۳۶۷
خاصیت اسیدی ۲۲۳
خاصیت پلاستیکی ۶۹
خاصیت چکش‌خواری ۳۴
خاصیت کشسانی ۶۹
خاصیت مغناطیسی ۱۳۴
خاک ۲۵۷، ۲۲۴، ۲۸۴
خاک حاصلخیز ۴۲
خاک‌رس ۲۲۴، ۲۸۰
خاک‌زراعی ۲۲۴
خاکبرگ ۶۱، ۲۲۴
خاکسترهای آتش‌فشانی ۲۲۳

حرکت (بدن) ۳۴۲، ۳۴۳
حرکت (جانوران) ۳۱۴
حرکت (فیزیک) ۷۸، ۷۰
حرکات ارادی ۳۴۳
حرکات بدن ۳۱۸
حرکات چرخشی ۳۱۴
حرکات چرخشی سر ۳۴۷
حرکات غیرارادی ۳۴۳
حرکات ورقه‌های سازنده پوسته ۲۰۸
حرکت آوندی ۴۱
حرکت اتم‌ها ۴۳، ۴۵
حرکت اجسام ۶۶
حرکت استخوان‌ها ۳۳۸
حرکت الکترون‌ها ۱۲۷
حرکت با اسکلت بیرونی ۳۱۵
حرکت به پهلوی ۳۱۴
حرکت بیجشی ۹۹
حرکت چرخشی ۲۴۵
حرکت خمشی ۹۹
حرکت دایره‌ای ۷۱
حرکت دورانی جسم ۷۱
حرکت سریع در آب ۳۱۵
حرکت موتور ۹۲
حرکت موها ۳۵۰
حرکت واریزه‌ها ۲۲۳
حس‌یوایی ۳۲۲، ۳۴۶
حس‌شنوایی ۳۱۶
حس‌شنوایی قورباغه ۳۰۱
حس‌شیمیایی ۳۱۷
حس‌لامسه ۳۵۰، ۳۵۱
حساسیت به لمس در گیاهان ۲۷۳
حساسیت دستگاه ایمنی ۳۷۰
حساسیت زیاد نوک انگشتان دست ۳۵۰
حساسیت گیاهان ۲۷۲-۲۷۳
حساسیت و گرده‌ی گیاهان ۲۶۷
حساسیت‌های خارجی ۳۷۰
حسگر ۱۱۹، ۳۷۶
حسگر حرارتی ۱۹
حسگر حس تعادل ۱۵۶
حسگر روپات ۱۵۵
حسگرهای با نیروی شارژ جفتی (CCD) ۱۴۵
حسگرهای پیشرفته ۲۳۹
حسگرهای تشعشعات ۱۸۹
حسگرهای حساس به لمس ۳۱۶
حسگرهای گونشی ۳۱۶
حسگرهای لمسی ۱۵۶
حسی بینایی ۳۴۵
حشرات ۲۲۴، ۲۹۱، ۲۹۳، ۲۹۷، ۳۰۵، ۳۱۴، ۳۳۰
حشرات و کشش سطحی ۱۴
حشرات و گرده‌افشانی ۲۶۷
حشرات و محصولات کشاورزی ۲۷۷
حشره‌خوار ۳۰۳
حشره‌خواران ۳۲۲
حصه ۳۷۱
حفاظت از جانوران ۳۳۴
حفاظت در برابر شکارچی‌ها ۳۲۰
حفر چاه ۲۳۳
حفره‌های قلب ۳۵۲
حفره‌ی چیک‌سیلاب ۳۳۴
حفظ پیوند با تمیز کردن یکدیگر ۳۰۶
حفظ تعادل ۷۴، ۳۴۵، ۳۴۷
حفظ تناسب اندام ۳۶۸
حفظ حالت پایدار بدن ۳۵۶
حفظ حیات وحش ۳۲۵
حفظ خون و اندام‌های بدن و نیتروژن مایع ۴۲
حفظ گونه‌ها ۳۲۵
حفظ منابع طبیعی ۶۰

- دانمارک ۲۵۱
دانه‌ی برف ۲۴۵
دانه‌ی گرده ۲۶۶
دایمترودون ۳۳۰
دایناسور لگن مارمولکی ۳۳۱
دایناسور مقدار اردکی ۳۳۱
دایناسورها ۱۶۳، ۲۲۰، ۲۲۱، ۳۳۰، ۳۳۱، ۳۳۴
دایناسورهای گوشت‌خوار ۳۳۱
دایناسورهای لگن پرندهای ۳۳۱
دختران ۳۶۷
درجه‌ی سلسیوس ۸۰
درخت بلوط شکاف‌دار ۲۶۸
درخت کنویر ۲۴۷
درخت‌مو ۲۵۹
دختران ۲۶۸
دختران برگ‌بهن ۲۶۸
دختران برگ‌ریز ۲۶۹، ۲۶۸
دختران بهن‌برگ ۲۴۶
دختران چوب‌سرخ ۲۶۴
دختران حرا ۲۷۵
دختران خزان‌شونده ۲۶۸، ۲۶۹
دختران کاج ۲۳۷
دختران همیشه‌سبز ۲۶۹، ۲۶۸، ۲۶۴
درخشش فسفری ۲۷
دره‌ی ناشی از سوختگی ۳۵۰
دره‌های انبساطی پل فلزی ۱۲
درمان آب مروارید چشم ۳۷۵
درمان بیماری‌ها ۳۷۲
درمان دیابت و گیاهان ۲۷۹
درمان روانی ۳۷۳
درمان روماتیسم ۲۷۹
درمان سرطان ۳۷۶، ۸۴
درو یا کمباین ۲۷۷
دروازه‌های منطقی ۱۴۱
دروازا ۲۷۱
درون اتم ۱۲۶
درون چوب ۲۶۸
درون خورشید ۱۷۱
درون معدنه ۳۵۹
دره‌های ل‌شکل ۲۲۲، ۲۲۶، ۲۲۷
دره‌ی V شکل ۲۳۲
دره‌ی ریفتی ۲۳۰
دریا و امواج ۹۸
دریاچه‌ها ۲۳۳، ۲۴۲
دریاچه‌های هلالی ۲۳۳
دریاچه‌های یخچالی ۲۳۳
دریاچه‌ی ارومیه ۲۳۳
دریاچه‌ی دهانه‌ای ۲۱۳
دریافت پیام‌های درک‌زبان ۳۴۵
دریاها ۲۲۵، ۲۳۲، ۲۴۰، ۲۸۶، ۲۹۴، ۳۲۲
دریا‌های شور ۲۲۶
دریای سرخ ۲۰۸
دریای کارائیب ۲۱۳
دریای مدیترانه ۲۸۰
دریچه‌بند پیلوری نگاه‌کننده‌ی اسفکترپیلور
دریچه‌های قلب ۳۵۲
دریچه‌های معیوب قلب ۳۷۵
دریک، فرانک ۲۰۱
دست جنین ۳۶۳
دست مصنوعی ۱۵۵، ۳۷۶
دسترس‌ی اینترنتی ۱۵۲
دستکاری زنی ۲۷۸
دستکش کولار ۵۶
دستگاه آندوسکوپی ۵۴
دستگاه آپتوالکترونیک نگاه‌کننده‌ی دستگاه
الکترونیک نوری
دستگاه ادراکی نگاه‌کننده‌ی دستگاه دفع ادرار
- دستگاه اسکلتی ۳۳۸، ۳۴۰
دستگاه الکترونیکی ۳۷۶
دستگاه الکترونیک نوری ۱۳۹
دستگاه ایمنی ۳۵۳، ۳۷۰، ۳۷۱
دستگاه بخش سی‌دی (CD) ۱۰۸
دستگاه بخش موسیقی ۱۰۹
دستگاه پرتودرمانی ۸۴
دستگاه پوستی ۳۳۸
دستگاه تبدیل الکتروسیسته ۱۳۴
دستگاه تعادلی در گوش داخلی ۳۴۷
دستگاه تنظیم‌کننده‌ی ضربان قلب ۳۷۵
دستگاه تنفس ۲۹۳، ۳۳۸، ۳۵۴
دستگاه تولیدمثل ۳۳۸، ۳۶۲-۳۶۳
دستگاه تولیدمثل زن ۳۶۲
دستگاه تولیدمثل مرد ۳۶۲
دستگاه درون‌ریز ۳۳۸، ۳۴۴، ۳۵۶
دستگاه دفع ادرار ۳۳۸، ۳۶۱
دستگاه شبیه‌ساز ۳۷۴
دستگاه شنوایی گوش ۳۴۷
دستگاه ضبط نوار ویدئویی ۱۴۵
دستگاه ضربان‌ساز نگاه‌کننده‌ی دستگاه
تنظیم‌کننده‌ی ضربان قلب
دستگاه عصبی ۳۱۶، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۴۴-۳۴۵
دستگاه عصبی پیرامونی ۳۴۴
دستگاه عصبی خودمختار ۳۴۵
دستگاه عصبی مرکزی ۳۴۵
دستگاه قرقره ۹۰
دستگاه کنترل از راه دور ۱۳۹
دستگاه کنترل تلویزیون ۱۳۹
دستگاه گردش خون ۲۹۳، ۲۹۲، ۳۳۸، ۳۵۲
۳۵۴، ۳۶۸
دستگاه گردش خون باز ۲۹۳
دستگاه گردش خون بسته ۲۹۳
دستگاه گوارش ۲۸۴، ۳۳۸، ۳۵۸
دستگاه گوارش حشرات ۲۹۷
دستگاه لرزه‌نگار ۲۱۱
دستگاه لنفی ۳۳۸، ۳۵۷
دستگاه لیزر ۱۱۲
دستگاه ماهیچه‌ای ۳۴۲
دستگاه مفصلی بینی ۳۷۵
دستگاه نمایش اسلاید ۱۱۵
دستگاه نمایش فیلم ۱۲۰
دستگاه‌های آپتیکال نگاه‌کننده‌ی دستگاه‌های
نوری
دستگاه‌های الکترونیکی ۱۰۹
دستگاه‌های الکترونیکی ۱۲۸
دستگاه‌های اندازه‌گیری
نیوتون متر ۶۴
نیومتر ۶۴
دستگاه‌های بدن ۳۳۸
دستگاه‌های بخش DVD ۱۳۹
دستگاه‌های ردیاب وضع هوا ۲۳۹
دستگاه‌های سیگنال‌دهنده ۱۳۹
دستگاه‌های نوری ۱۱۳
دسیبل (dB) ۱۰۲
دشت باتلاقی ۲۴۶
دشت‌های سیلابی ۲۳۲
دشت‌های مغاک ۲۳۰
دعای قلمروی جانوران ۳۲۴
دفاع ۳۲۰-۳۲۱
دفاع از خود و اسید بدن ۳۳
دفاع شیمیایی ۲۷۹
دفاع گیاهان ۲۷۴
دفع موادزاید بدن ۳۶۱
دفع نمک اضافی بدن ۳۲۹
دقی زباله ۶۰
دکل‌های برق ۱۳۰، ۱۳۱
دکل‌های نفتی ۱۵۴
- دگر دیسی ۳۰۱، ۳۱۰
دگر دیسی کامل ۳۰۵
دگر دیسی ناقص ۳۰۵
دگر لقای ۲۶۷
دلناها ۲۳۲
دلنای روسی ۲۳۲
دلفین‌ها ۳۰۴، ۳۲۸
دلفین‌ها و بزواک ۱۰۷
دلفین‌های پوزه بطری شکل ۳۱۹
دم ۳۵۵
دم بادبزی ۲۹۶
دم دایناسور ۳۳۲
دم گازی دنباله‌دار ۱۸۵
دم هواپیما ۹۷
دم یونی دنباله‌دار ۱۸۵
دما ۸۰، ۸۱
دما و گیاهان ۲۷۲
دم اسپان ۲۵۵، ۲۶۰
دم اسپان غول‌بیکر ۲۶۰
دم اسپان قدیمی ۲۶۰
دماسنج ۲۰، ۸۰، ۸۱
دماسنج طبی ۸۱
دماسنج کوره ۵۵
دمای بدن ۸۱
دمای بدن انسان سالم ۸۰
دمای درون خورشید ۸۱
دمای مطلق ۸۰
دمای هوا و طول روز ۲۳۷
دمای هوای قطب ۲۳۷
دمبرگ ۲۵۶
دموسیونرها ۲۹۴
دموسیونزیه ۲۹۴
دنباله‌چ ۳۴۰
دنباله‌دار تمیل تول ۱۸۵
دنباله‌دار وایلد ۵۸
دنباله‌دار هاله بوب ۱۸۵
دنباله‌دار هالی ۱۸۵
دنباله‌دارها ۵۸، ۱۷۲، ۱۸۵
دنباله‌دارها و گرانش ۷۳
دندان آسیاب ۳۱۳
دندان ببر ۳۱۳
دندان بزرگ‌نیش ۳۱۳
دندان و کامپوسیت‌ها ۵۷
دنداننه ۲۹۹
دندان‌ها ۲۹۲، ۳۲۲، ۳۵۸، ۳۶۸
آسیای بزرگ ۳۵۸
آسیای کوچک ۳۵۸
پیشین ۳۵۸
دانشی ۳۵۸
شیری ۳۵۸
نیش ۳۳۲، ۳۵۸
دندریت ۳۴۴
دنده‌ها ۹۱، ۸۸
دنده‌های بدن ۳۴۰
دنای مجازی ۱۴۹
دوازدهه ۳۵۹
دوبالان ۲۹۷
دوپینگ ۱۴۲
دوجنسی ۲۹۴
دوچرخه ۵۷
دوچرخه و تنه‌ی فیبر کربنی ۴۹
دوچرخه‌سوار و انرژی ۷۸
دوچرخه‌سواری ۳۶۸
دود ۲۵۰
دود آگروز موتورها ۲۵۰
دود حاصل از آتش ۲۵۰
دودو ۳۳۴
دوده‌ی سوخت ناقص ۲۵۰
- دوران بارداری ۳۶۲
دوران پیری ۳۶۷
دوران زمین ۲۲۱
دوران کودکی ۳۶۶
دوران‌های زندگی ۳۳۰
دوربین ۱۱۸، ۱۱۹، ۱۸۹
تلویزیونی ۱۴۵
جعبه‌ای ۱۱۸
حرفه‌ای ۱۴۵
حساس به گرما ۸۱، ۸۳
خانگی ۱۴۵
دوچشمی ۱۱۷
دیجیتال ۱۱۸
ردیابی فضا ۱۹۷
سنی ۱۱۸
شبکه‌ای ۱۴۹
عکاسی ۱۲۱
فیلمبرداری ۱۲۱
فیلمی ۱۱۸
گرماسنج ۸۱
گوشی همراه ۱۴۰
و یازتاب ۱۱۳
ویدیویی حرفه‌ای ۱۴۵
دوربینی ۱۱۵
دوره‌های زمین‌شناسی ۲۲۱
اردوینک ۲۲۱
پرمین ۲۲۱
ترسیر ۲۲۱
تریاس ۲۲۱
دوتین ۲۲۱
ژوراسیک ۲۲۱، ۳۳۳
سیلورین ۲۲۱
کامبرین ۱۶۳، ۲۲۱
کریونفر ۲۲۱
کرتاسه ۲۲۱
کواترن ۲۲۱
موزوئیک ۳۳۴
دوره‌ی بارداری ۳۰۹، ۳۰۵
دوره‌ی رکود ۳۲۲، ۳۲۳
دوره‌ی رکود تابستانی ۳۲۳
دوره‌ی قاعدگی ۳۶۷
دوری از خطر ۳۱۶
دوزندگی و لیزر ۱۱۲
دوزستان ۳۰۱، ۳۰۹، ۳۲۸، ۳۳۰
دوزستان بدون دم ۳۰۱
دوزستان بی‌دست و پا ۳۰۱
دوزستان دم‌دار ۳۰۱
دوگفت‌ای‌ها ۲۹۹
دولپه‌ای‌ها ۲۶۵
دونده و سرعت ۷۱
دویدن ۳۶۸
دهان ۳۵۸
دهان گردان ۳۰۰
دهان نماتود ۲۹۵
دهانه‌های آتش فشان ۱۸، ۲۳۳
دهانه‌های برخوردی ۱۷۴، ۱۸۴
دهانه‌ی رود ۲۲۵
دهلیز ۳۵۲
دهلیز چپ ۳۵۲
دهلیز راست ۳۵۲
دهلیز گوش ۳۴۷
دی اکسید سیلیکان ۵۸، ۱۴۲
دی اکسیدکربن ۲۹، ۴۵، ۶۱، ۱۷۵، ۱۷۸، ۲۳۴، ۲۵۰، ۲۵۴، ۲۵۶، ۲۵۸، ۲۵۹
دی اکسید گوگرد ۲۵۰
دی اکسیدمنگنز ۱۲۹
دی اکسیدنیتروژن ۳۱

رکتوتیریکس ۲۲۱
رگ لنفی ۳۵۷
رگبار شهابی لئونیدز ۱۸۵
رگبارهای شهابی ۱۸۵
رگها ۲۳۸
رگهای خونی ۳۴۸، ۳۵۱، ۳۵۲، ۳۵۳، ۳۵۷
رگها ۳۶۰، ۳۶۱
رگهای خونی ششها ۳۵۴
رگهای خونی کلیه ۳۶۱
رگهای خونی و گیاهان دارویی ۲۷۹
رگهای لنفی ۳۵۷
رله‌ی پیام‌های تلفنی **نگاه‌کننده** بازپخش
پیام‌های تلفنی
رماتیزم مفصلی ۳۷۰
رنگ ۱۰، ۵۰، ۱۲۲-۱۲۳، ۱۴۵
رنگ بدن دایناسورها ۳۳۲
رنگ چشم ۳۶۵
رنگ سرخ آب دریا ۲۸۷
رنگ و کربن ۴۹، ۴۸
رنگدانه‌ها ۱۲۳، ۲۵۴
رنگدانه‌های سبز ۲۵۸
رنگ-سپهر **نگاه‌کننده** کروموسفر
رنگ‌نگاری ۲۱
رنگ‌نگاری کاغذی ۲۱
رنگ‌نگاری لایه‌ی نازک (TLC) ۲۱
رنگ‌های آمولسیون ۱۸
رنگ‌های ضد آتش ۳۷
رنگ‌های طبیعی ۲۸۰
رنگیزه‌ها ۲۸۶
رنگین‌کمان ۱۲۲، ۲۴۴
روانکاری ماشین‌آلات ۶۸
رویات‌ها ۱۵۴، ۱۵۶
ERY ۱۵۴
آپورچونیتی ۱۹۹
اسپریت ۱۹۹
جوشکار ۱۵۴
در کارخانجات ۱۵۴
فوتبالیست ۱۵۴
کاز ۱۵۷
میکرونی خیالی ۱۵۷
در پزشکی ۳۷۴
احساسی ۱۵۶
انسان‌نما ۱۵۴، ۱۵۵
جراح ۳۷۴
خانگی ۱۵۴
صنعتی ۱۵۴
روپاه ۳۲۷
روپاه فنک ۳۱۷
روبوکاپ ۱۵۴
روبوست ۲۵۷، ۲۵۸
روبوست بالایی ۲۵۶
روتور ۱۳۶، ۱۳۶، ۱۵۷
رود کلرادو ۲۲۲
رودلنا ۲۳۲
رودخانه فرات ۲۴۸
رودخانه‌ها ۴۰، ۲۲۵
رودخانه‌های کوهستانی ۲۳۲
رودخانه‌ی دورا ۲۳۲
روده‌ها ۲۹۳، ۳۴۳، ۳۵۸، ۳۵۹
بازیک ۳۵۷
بزرگ ۳۵۸، ۳۵۹
کوچک ۳۵۸، ۳۵۹
روز و شب ۲۰۵
روزنه‌ها در شب و روز ۲۵۹
روزنه‌های گیاهان ۲۵۹
روزهای تابستانی ۲۳۷
روس‌ها و برنامه‌های قضایی ۱۸۸
روس‌ها و فضانوردان ۱۹۰

رزنانس ۱۰۴
رزولوشن **نگاه‌کننده** وضوح
رزوه و نیرو ۹۱
رزولین ۳۱۵
رزین ۵۷، ۴۹
رزین درختی ۳۳۳
رزین‌های درخت و یخ‌زدگی ۲۶۹
رژلب ۱۸
رژیم غذایی ۳۲۳، ۳۶۸، ۳۷۰، ۳۷۲
رس ۲۱۸، ۲۲۵، ۲۳۳
رساناها ۱۳۰
رساناهای الکتریکی ۳۴
رساناهای گرمایی ۸۳
رسانای الکتریسته و پارچه ۵۹
رسانایی الکتریکی ۱۵۹
رسانش **نگاه‌کننده** هدایت
رسوب ۲۲۵
رسوب چربی ۳۷۰
رسوبات ۲۲۵
رسوبات بستر اقیانوس ۲۱۴
رسوبات دهانه‌ی رودخانه ۲۲۵
رسوبات رودخانه‌ای ۲۳۲
رسوب‌گذاری ۲۲۵
رشته کوه‌ها ۲۱۴، ۲۱۵
رشته کوه‌های اقیانوسی ۲۰۹
رشته کوه‌های بزرگ زمین ۲۱۴
رشته کوه‌های کف اقیانوس‌ها ۲۰۹
رشته کوه‌های هم‌سای ۲۰۶
رشته‌های عصبی ۳۴۴، ۳۴۵
رشته‌های فیبری ۳۵۳
رشته‌های ماهیچه ای ۳۴۳
رشته‌های نخینه ۲۸۲
رشته‌ی عصبی ۳۷۵
رشته‌ی میان اقیانوسی ۲۰۹
رشد استخوان‌ها ۳۶۶
رشد جلبک‌ها ۲۸۷
رشد جمجمه ۳۶۶
رشد دانه ۲۶۲
رشد در انسان ۳۶۶
رشد در جانوران ۳۱۰-۳۱۱
رشد موها ۳۶۷
رشد مهارت‌ها در کودکان ۳۶۶
رشدونمو ۳۳۸، ۳۵۶
رصدخانه‌ها ۱۸۷
آنتاریوی کانادا ۱۷۱
اسپیتزر ۱۹۷
پالومار ۱۸۶
پرتو ایکس چاندر ۱۹۶
پرتو گاما ۱۹۶
جنوبی اروپا ۱۸۷
رادیویی دانشگاه کمبریج ۱۶۹
سوهو (SOHO) ۱۹۶
فضایی ۱۸۷، ۱۹۶-۱۹۷
فضایی اروپا ۱۱۷
کاپتون ۱۹۶
لادل ۱۸۳
موناکیا ۱۸۷
ویلسون ۱۶۴
رطوبت ۲۴۲، ۲۴۳، ۲۴۴
رطوبت نسبی ۲۴۳
رعد و برق ۲۴۱، ۲۴۳
رفتار امواج زلزله‌ای ۲۱۱
رفتار جانوران و فصل‌ها ۲۳۷
رفتار شامپانزه‌ها ۳۱۸
رفتار صوت ۱۰۶
رفتارهای غریزی جانوران ۳۲۲
رقابت شدید بین گونه‌ها ۳۲۵
رقص آینه‌ای ۳۰۷

رابط‌های سه‌میله‌ای ۱۲۸،
رادار ۱۰۷، ۲۰۵
رادارهای هواشناسی ۲۳۹
رادیاتور شوقاز و تشعشع ۸۳
رادیو ۹۸، ۱۴۳، ۱۴۶
رادیو و الکتریسته ۱۲۸
رادیواکتیو ۸۴
رادیواکتیوینه ۸۵
رادیواکتیوینه‌ی زیانبار ۸۴
رادیوترابی **نگاه‌کننده** پرتودرمانی
رادیوتلسکوپ آرسیبو ۲۰۰
رادیوتلسکوپ‌ها ۱۹۶، ۲۰۱
رادیوم ۲۹
رادیومتر ۲۲۱، ۲۳۹
رادیومتری ۲۲۱
رادیوی ای ام ۱۴۳
رادیوی دیجیتال ۱۴۳
راست روده ۳۵۸
راست‌بالان ۲۹۷
راسته ۲۹۰
راسل، چارلز ۱۲۱
راسو ۳۲۷
راش ۲۶۸
رافلزیا ۲۷۰
راکت‌های تنیس ۵۷
راکون‌ها ۳۱۳
راکی ۲۱۴
ران ۳۱۴
رانس در پرواز ۹۶
رانس زمین ۲۲۳
راولفیا ۲۷۹
راه شیری ۱۶۴، ۱۶۵
راه‌پیمایی در فضا ۱۹۳
راه رفتن روی آب جانوران ۷۴
راه‌های جدید درمان ۳۷۶
راه‌های جلوگیری از بیماری‌ها ۳۷۲
راه‌پایی زیردریایی ۱۰۳
رایانه و پزشکی ۳۷۴
رایانه و موسیقی ۱۰۹
رایانه‌ها ۳۶، ۵۹، ۱۱۲، ۱۲۱، ۱۳۱، ۱۳۸،
۱۴۱، ۱۴۸، ۱۵۰
خانگی ۱۵۲
شخصی ۱۴۹
شخصی قابل نصب ۱۴۹
لپ‌تاپ ۱۵۷
رایانه‌ی مادر ۱۵۰
رایانه‌ی وب سایت (وب سرور) ۱۵۲
رایت، ادوارد ۱۹۳
رابط ۳۱۴
رتیل با قرمز مکرکی ۲۹۸
رحم ۳۴۳، ۳۴۲
ردیاهای دایناسورها ۳۳۲
ردیاهای فسیلی ۳۳۲
رده ۲۹۰
رده‌بندی ۲۹۰
رده‌بندی شیر ۲۹۰
رده‌بندی گیاه آله ۲۵۵
رده‌بندی گیاهان ۲۵۴
رده‌ی پرندگان ۳۰۳
رده‌ی پستانداران ۳۰۴
رده‌ی حشرات ۲۹۷
رده‌ی خزندگان ۳۰۲
رده‌ی عنکبوتیان ۲۹۸
ردیاب صوتی ۲۳۰
ردیاب هایگنس ۱۹۸
ردیابی عفونت در شش‌ها ۳۷۳
ردیابی لرزش‌ها ۲۱۱
رزربین ۲۷۹

دی.ان.ای. (DNA) ۴۶، ۴۷، ۲۷۸
دیابت ۳۷۰
دیابازون ۱۰۴
دیاتوم‌ها ۲۸۷
دیافراگم ۱۰۸، ۳۵۵
دیجیتال ۱۱۹، ۱۰۹، ۱۱۸
دیجیتال ۱۰۹، ۱۲۱، ۱۴۰، ۱۴۳
دید در تاریکی ۳۱۶
دید دوچشمی ۳۱۶
دید رنگی ۳۴۸، ۳۴۹
دید سه‌بعدی ۱۵۵
دیرین‌شناسان ۲۲۱، ۳۳۲
دیرین‌شناسی ۳۳۲-۳۳۳
دیسک سخت ۱۴۸
دیسک فشرده‌ی مادر ۱۰۹
دیسک فشرده (سی دی) ۱۰۸
دیسک‌آوری ۱۹۱
دیموس ۱۷۸
دینام اتومبیل ۱۲۹
دینام و تولید برق ۷۰
دینامیک ۶۶
دینوتریوم ۳۲۸
دیوارها ۲۸۳
دیواری پیازمو ۳۵۱
دیواری چشم‌هوریکن ۲۴۱
دیواری رحم ۳۶۷
دیواری سرخ‌رگ ۳۷۰
دیواری سلولی ۲۵۶، ۲۸۴
دیواری سوراخ‌دار کلتی ۲۹۴
دیواری معده ۳۵۹
دیوهای لیزری ۱۳۹
دیوهای نورانی (LED) ۱۳۹
دیوهای نورانی (ساطع‌کننده‌ی نور) ۱۳۹
ذات‌الریه ۳۷۱
ذخایر تجدیدنابذیر ۲۴۹
ذخیره کردن غذا ۳۱۳
ذخیره‌ی آب در گیاهان ۲۷۵
ذخیره‌ی انرژی ۳۳۹
ذخیره‌ی چربی ۳۰۴
ذخیره‌ی دیجیتال ۱۰۹
ذخیره‌ی غذایی ۲۶۲
ذرات ۱۱
ذرات آهن داغ ۸۰
ذرات باردار ۱۷۱، ۱۷۶
ذرات جامد ۱۶
ذرات چربی در آب ۱۸
ذرات خارجی در نای ۳۵۵
ذرات رسوبی ۲۱۸
ذرات زیر میکروسکوپ ۱۱
ذرات غبار ۱۸، ۱۸۲
ذرات گاز ۱۵، ۱۶
ذرات ماسه ۱۱
ذرات مایع ۱۴، ۱۶
ذرات یخ ۸۰
ذرت ۲۷۶، ۲۷۷
ذره‌بین ۱۱۵
ذره‌ی آلفا ۸۴
ذره‌ی نور ۱۱۰
ذره‌ی ویروسی ۳۷۱
ذغال سنگ **نگاه‌کننده** ذغال‌سنگ
ذوب حاشیه‌ای ۲۱۴
ذوب شدن ۱۶
ذیمقراطیس ۱۱
راکتور شکافتی ۸۶

سنگ‌ها (بقیه)	سلول‌های بتا ۳۵۶	سرو ۲۴۶، ۲۴۴	ستون‌های سنگی ۲۲۲
رسوبی ۲۲۵، ۲۱۹، ۲۱۸، ۲۱۷	سلول‌های پنیادی ۳۷۶	سرور شبکه نگاه‌کننده رایانه‌ی مادر	سحابی‌ها ۱۶۰، ۱۶۸
رسوبی شیمیایی ۲۱۸	سلول‌های پروتئین ۴۶	سرویس‌دهنده‌ی شبکه ۱۵۰	M۱۶ ۱۹۶
سیلیکاتی ۱۷۴	سلول‌های تومور ۳۷۱	سس ۲۷۰	انفکالی ۱۶۸
قیمتی ۲۱۷	سلول‌های تخم ۳۶۲	سطح آب دریاها ۲۵۰	اورپون ۱۶۷
مرمر ۲۴۸	سلول‌های جنسی ۲۶۶	سطح ایستایی ۲۳۳	تاریک ۱۶۸
سنوزونیک ۳۳۰	سلول‌های جنسی گیاهان ۲۶۰	سطح چین‌دار و بازتاب ۱۱۳	خرچنگی M۱ ۱۹۶
سوء تغذیه ۳۷۰	سلول‌های جنسی ماده ۳۰۹	سطح دریا و فشار هوا ۷۵	خورشیدی ۱۷۲
سوئچ کردن بسته‌ها نگاه‌کننده تبادل بسته‌ای	سلول‌های جنسی نر ۳۰۹	سطح دریاها ۲۲۷، ۲۳۵	سیاره‌ای ۱۶۸
سواحل ۲۲۲، ۲۱۸	سلول‌های جنسی نر گیاهان ۲۶۶	سطح زمین ۴۰	عقاب ۱۹۶
سواحل دریا ۲۸۶	سلول‌های حساس به نور ۳۱۷	سطح زمین و گرما ۱۱۴	سخت‌افزار ۱۴۸، ۱۵۱
سواحل گرمسیری ۲۷۵	سلول‌های حسی ۳۱۶	سطح عطارد ۱۷۴	سخت‌پوستان ۲۰۹، ۲۲۸، ۲۹۶
سوپرنووا A ۱۹۸۷، ۱۶۹	سلول‌های خورشید ۱۴۵	سطح کاملاً صاف و بازتاب ۱۱۳	سختی کانی‌ها ۲۱۶
سوپرنووا ۲۳، ۱۶۸، ۱۶۹	سلول‌های خون ۳۵۳	سطح ماه ۱۷۷	سخن گفتن و مغز ۳۴۵
سوخت ۸۶، ۹۳، ۲۶۱	سلول‌های رابط عصبی ۳۴۹	سطح مریخ ۱۹۹	سد ۲۴۸
سوخت بدن ۳۵۸	سلول‌های سرطان ۳۷۱	سفال ۱۳۰	سد دفاعی بدن ۳۵۱
سوخت جایگزین ۸۶	سلول‌های سرطان ریه ۳۷۱	سفال‌گری ۵۵	سندر ۲۶۴
سوخت فسیلی ۸۷	سلول‌های سرطان سینه ۳۷۱	سفال‌های سرامیکی و شاتل فضایی ۸۱	سدنابلانیتیا ۱۷۵
سوخت کربن ۴۴	سلول‌های سوخت ۹۳	سفر به فضا ۱۹۰	سدیم ۲۷
سوخت کامیون‌ها ۵۱	سلول‌های سوخت موتور ۹۳	سفر به فضا و برگشت ۱۹۱	سرچین ۳۶۳
سوخت کم‌تر ۶۸	سلول‌های عصبی ۳۴۴، ۳۳۹	سفر به ماورای زمین ۱۹۲	سر خوردن ۳۱۴
سوخت مایع ۱۸۸، ۹۷	سلول‌های عصبی رابط ۳۴۹	سفر به ماه ۱۸۸	سرآب ۱۱۴
سوخت و انرژی ۷۷، ۷۶	سلول‌های قرمز خون ۲۱	سفر به مریخ ۱۹۰	سرامیک‌ها ۵۵، ۱۴۲، ۲۴۸
سوخت هیدروژن ۳۸	سلول‌های گیاهی ۲۵۶	سفرهای فضایی ۱۹۳	سرامیک‌های پیشرفته ۵۵
سوخت هیدروژن مایع ۳۸	سلول‌های گیرنده ۳۴۶	سفینه‌های بین سیاره‌ای ۱۹۸	سرامیک‌های زیستی ۵۵
سوختن ۳۱	سلول‌های مادر مخمر ۲۸۲	سفینه‌های فضایی ۹۳	سرامیک‌های شاتل فضایی ۵۵
سوخت وساز نگاه‌کننده متابولسم	سلول‌های مخروطی ۳۴۹	SOHO ۱۷۴	سرب ۱۲۹
سوخت‌های زیستی ۲۵۱	سلولهای مخمر ۲۸۲	استارداس ۵۸	سربایان ۲۹۹
سوخت‌های فسیلی ۲۴۹، ۲۴۸، ۸۶، ۴۵	سلول‌های نرده‌ای ۲۵۶	بنتالیندر ۱۷۸	سربایان نوتیلوس ۲۲۱
سوخت‌های هسته‌ای ۱۳۱	سلول‌های نگهبان لوبیایی شکل ۲۵۹	سایوز ۱ (یک) ۱۹۰	سربوش ۳۰۰
سود دوطرفه ۳۲۵	سلول‌های کیدی ۳۶۰	سایوز ۳۷ ۱۹۴	سرخ‌دارها ۲۶۴
سود یک‌طرفه ۳۲۵	سلول‌های کولار (ریقه‌ای) ۲۹۴	سر نشین‌دار ۱۹۰	سرخ‌گ‌ها ۳۵۳، ۳۷۰
سوراخ لایه‌ی ازون ۲۳۴	سم زنبور ۳۳	شومیکر ۱۹۸	ران ۳۵۲
سوراخ‌های بینی ۲۹۲	سمندهای آبی ۳۰۱	کاسینی ۱۹۸	نشنی ۳۵۴، ۳۵۲
سوربیتول ۴۸	سمندهای آتشی ۳۰۱	گالیه ۱۸۴، ۲۰۰	کاروئید داخلی ۳۵۲
سورتمه‌ی روی یخ ۶۸	سمورهای آبی ۲۸۶	مارینر ۱ (یک) ۱۷۴	کیدی ۳۶۰
سورسکین ۳۳۱	سموم ۲۷۷	مارینر ۱۹۸	سرخ‌گجه ۳۵۲، ۳۵۷، ۳۶۲
سوزن‌های دفاعی ۳۲۰	سن سنگ‌ها ۲۲۱، ۲۲۰	ماژلان ۱۹۸، ۱۷۵	سرخ‌گ کوچک نگاه‌کننده سرخ‌گجه
سوزنی برگ‌ها ۲۶۴	سنبل دم‌گره‌ای ۲۶۷	ووایجر ۱۹۸	سرخس‌ها ۲۴۱، ۲۵۵، ۲۶۰
سوسپانسیون نگاه‌کننده تعلیق	سنبلک‌های برنج ۲۷۶	ووایجر ۲ (دو) ۱۸۲	سرخس‌های خوراکی ۲۶۰
سوسک‌ها ۳۱۷	سنج ۱۰۵	سقوط اجسام بر روی زمین ۷۲	سرخک ۳۷۱، ۳۷۲
سوسمار درختی ۳۰۷	سنجافک ۲۹۷، ۳۳۰	سقوط بهمن و انرژی ۷۶	سردرد ۲۷۹
سوسمارها ۳۰۲، ۳۲۰	سنجش‌بینایی ۳۷۲	سقوط ناگهانی سنگ‌ها ۲۲۳	سردۀ ۲۹۰، ۲۵۴
سوسمارهای اکتوترمی ۲۹۳	سندولیک ۱۶۹	سکان هواپیما ۹۷، ۹۶	سرسپه ۲۹۸
سوسن‌ها ۲۶۵	سنگ آذرین ۲۱۸، ۲۱۹	سکان‌هواپیما و کامپوسیت ۵۷	سرطان ۸۴، ۳۶۹، ۳۵۷، ۳۷۰، ۳۷۱
سولفور ۳۶	سنگ آهک ۳۳، ۲۱۶، ۲۱۸، ۲۲۳	سکنه‌ی مغزی ۳۷۲، ۳۷۰	پوست ۲۳۴
سولفید سلیوم ۵۴	سنگ بستر ۲۲۴، ۲۱۸	سکوی متحرک پرتاب موشک ۱۹۱	روده‌ی بزرگ ۳۷۱
سولفید هیدروژن ۴۱	سنگ چخماق ۲۱۸	سکوی هوایی ۷۵	ریه ۳۷۱
سولفیدها ۲۳۰	سنگ دگرگون شده ۲۱۹، ۲۱۸	سگ روپات ۱۵۶	سینه ۳۷۱
سولونئید ۱۳۴	سنگ رس ۲۱۸	سگ و تیخیر ۸۲	و گیاهان ۲۷۹
سونار ۱۰۷، ۲۰۵، ۲۳۰	سنگ لوح ۲۱۹	سگ و صدا ۱۰۳	سرعت ۷۰
سونامی ۲۲۹، ۲۱۰	سنگ مادر ۲۱۹	سگدست ۸۹	سرعت بالا ۱۰۰
سوند جراحی ۳۷۵	سنگ معدن ۲۳، ۳۴، ۲۴۹	سگ‌سانان ۳۰۴، ۳۱۷	سرعت‌برداری ۷۱
سونوگرافی ۳۷۴	سنگ مغناطیس ۱۳۲	سگ‌های شکاری آفریقایی ۳۲۱	سرعت‌جهت‌دار نگاه‌کننده سرعت‌برداری
سونوگرافی جنین ۳۶۳	سنگدان ۳۱۲	سُل ۱۰۴	سرعت‌سنج ۷۰
سوهانک ۲۹۹	سنگریزه ۲۲۵	سُل ۳۷۱	سرعت‌صوت ۱۰۱
سویا ۲۸۴	سنگ‌شناسی ۲۰۵	سلاح‌های مرگبار ۳۲۱	سرعت‌قطار ۱۳۶
سویچ (کلید) ۱۴۳	سنگ‌کره ۲۰۴	سلامت انسان و بی‌وزنی ۱۹۳	سرعت مافوق صوت ۱۰۱
سویچ چرخان ۱۳۶	سنگواره نگاه‌کننده فسیل	سلامتی ۳۶۸	سرعت متر بر ثانیه (mps) ۷۰
سویچ کنترل الکترونیکی ۱۲۸	سنگواره‌ای نگاه‌کننده فسیلی	سلامتی شکار ۳۱۷	سرعت‌مداری ۱۸۹
سویچ‌های روشن-خاموش الکترونیکی ۱۴۰	سنگ‌ها ۱۹، ۲۰۶، ۲۰۹، ۲۱۷، ۲۱۸، ۲۲۱	سلاز، پیرس ۱۹۳	سرعت نبض ۳۶۸
سه‌پایه‌ی دوربین ۱۴۵	۲۴۸، ۲۲۳	سلسله نگاه‌کننده فرمانرو	سرعت نور ۷۳، ۱۱۴، ۱۴۳
سیارات ۱۷۳، ۱۷۲	آذرین ۲۱۷	سلسیوس ۸۰	سرفه کردن ۳۵۵
سیارک‌ها ۱۸۴	آذرین بیرونی ۲۱۹	سلولز ۲۸۱	سرکه و pH ۳۳
سیارک آید ۱۸۴	سنگ‌های آهکی ۲۴۸	سلول‌ها ۲۹۳، ۲۹۲، ۳۰۸، ۳۳۸، ۳۳۹	سرما ۸۰، ۸۱، ۲۲۲
سیارک شماره‌ی ۲۴۳ (دویست و چهل و سه)	بستانی و مغناطیس ۱۳۳	سلول‌های آلفا ۳۵۶	سرماخوردگی ۳۷۱
۱۸۴	چین خورده ۲۱۵	سلول‌های استخوانی ۳۶۶	سرطان، یوجین ۱۹۰
سیاره‌ها و گرانش ۷۲	دگرگون شده ۲۱۷	سلول‌های استوانه‌ای ۳۴۹	

سیاره‌ی آبی رنگ (زمینی) ۱۷۶، ۴۰
سیاره‌ی آبی رنگ (نپتون) ۱۸۲
سیاره‌ی زمین ۲۰۴
سیاره‌ی سرخ ۱۷۸
سیانوباکتری‌ها ۲۰۱، ۲۸۴
سیاه‌چاله‌ها ۱۶۸، ۱۶۹
سیاهرگ‌ها ۳۵۳
باب ۳۶۰
داخلی گردن ۳۵۲
ششی ۳۵۲
کبدی چپ ۳۶۰
کبدی راست ۳۶۰
مر کزی ۳۶۰
سیاهرگچه ۳۵۳، ۳۵۷
سیاهرگ کوچک نگاه‌کننده سیاهرگچه
سیب ۲۷۷
سبیری ۱۸۴، ۲۴۶
سبب‌زمینی ۲۷۷
سیتوپلاسم ۲۸۴، ۲۹۳، ۳۳۹، ۳۷۱
سیتوسین ۴۷
سیخ شدن مو ۳۵۱
سیر ۲۷۳
سیروس (ابر) ۲۴۲
سیروس A (ستاره) ۱۶۷
سیروس B (ستاره) ۱۶۷
سیستم دو-دویی ۱۴۱
سیستم شبکه‌ای اترنت ۱۵۰
سیستم هاورس ۳۱۴
سیستم دوتایی نگاه‌کننده سیستم دو دویی
سیمستیک فیبروزیس ۳۷۰
سیسیلیان ۳۰۱
سیفوزا ۲۹۴
سیکادها (بازدانگان) ۲۵۵، ۲۶۲
سیکلوترون ۲۳
سیگار ۳۶۹
سیگنال ۱۳۹
سیگنال‌ها ۱۳۹، ۱۴۶
الکتریکی ۱۲۷، ۱۴۰، ۱۴۳، ۱۴۵
پیوسته ۱۴۰
تلویزیونی ۱۴۴
دیجیتال ۱۴۰
رادیویی ۹۹
صدا ۱۴۳
صوتی ۱۴۳
صوتی آناوگ ۱۴۰
فراسرخ ۱۵۴
فضایی ۲۰۱
کنترل ۱۴۱
منطق ۱۴۱
سیلاب ۲۲۳
سیلت ۲۲۴
سیلندر ۹۲
سیلیس ۲۱۸
سیلیکان ۳۶، ۱۳۹، ۱۴۲، ۱۵۷، ۱۷۴
سیلیکان خالص ۱۴۲
سیم ارت نگاه‌کننده سیم‌زمین
سیم دوشاخه‌ای ۱۲۸
سیم‌زمین ۱۲۸
سیم سه‌ رشته‌ای ۱۳۰
سیم سه شاخه‌ای ۱۲۸
سیم‌مسی ۱۴۶
سیم‌بیج ۱۳۶
سیم‌بیج‌های مغناطیسی ۱۴۴
سیناپس ۳۴۴
سینما ۱۲۰
سینما و مواد منفجره ۲۹
سینما توگراف ۱۲۰
سینمای پرده‌ی گسترده ۱۲۱

سینوسوئید ۳۶۰
سینوس‌ها ۳۵۷
سپهر ۳۲۷

ش

شائل‌های فضایی ۳۸، ۵۲، ۱۹۰، ۱۹۱، ۱۹۴
اندیور ۱۹۱، ۱۹۵
دیسکوری ۱۹۷
و اتسفر ۸۱
و سرامیک ۵۵
و صدا ۱۰۲
و کربن ۴۹
شاخک‌ها ۳۱۲، ۳۱۷
شاخک‌های حسی ۲۹۵، ۳۱۲
شاخک‌های کوتاه ۲۹۹
شاخه ۲۹۰
شاخه‌ی پوریفرا ۲۹۴
شاخه‌ی جانبی ۲۵۶
شاخه‌ی خارپوستان ۲۹۹
شاخه‌ی سخت‌پوستان ۲۹۶
شاخه‌ی نرم‌تنان ۲۹۹
شار مغناطیسی ۱۳۲
شارژ باتری ۱۲۹
شارون ۱۸۳، ۱۸۴
شاسی اتومبیل ۵۷
شاکلی، ویلیام ۱۳۸
شالیزار ۲۷۶
شالی‌کاری در چین ۲۷۶
شامپانزه‌ها ۳۱۸، ۳۲۸
شانه‌کردن مو و الکتریسته ۱۲۶
شاه پنگوئن‌ها ۳۲۶
شاه میگوها ۲۹۳
شاهین ۳۰۳
شاهین دم قرمز ۳۰۳
شاهین‌سانان ۳۰۳
شبهات انسان و شمنانه ۳۶۵
شبهات دوبرادر یا خواهر ۳۶۵
شبهات دوفرد بیگانه ۳۶۵
شبهات دوقلوهای یکسان ۳۶۵
شبهات‌های زنتیکی ۳۶۵
شبکه‌های پوشش محلی (LANs) ۱۵۰
شبکه‌های توزیع برق‌رسانی ۱۳۱
شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی ۱۵۳، ۱۵۲
شبکه‌های پوشش گسترده (WANs) ۱۵۰
شبکه‌های رایانه‌ای ۱۵۲، ۱۵۳
شبکه‌ی آریا (Arpanet) ۱۵۲
شبکه‌ی اتوبوسی ۱۵۰
شبکه‌ی برق ۱۳۱
شبکه‌ی بلوری ۲۱۶
شبکه‌ی بنیاد علوم ملی آمریکا ۱۵۰
شبکه‌ی تقارن بلور ۲۱۷
شبکه‌ی توزیع برق ۱۳۱
شبکه‌ی حلقوی رایانه ۱۵۰
شبکه‌ی رادیویی (بی‌سیم) ۱۴۷
شبکه‌ی ریشه‌ها ۲۶۹
شبکه‌ی ستاره‌ای ۱۵۰
شبکه‌ی غذایی ۲۸۲، ۳۲۷
شبکه‌ی گسترده‌ی جهانی ۱۴۵
شبکه‌ی منظم شش وجهی ۲۴۵
شبکه‌ی مویرگی ۳۵۳
شبکه ۳۴۹، ۳۴۸
شبنم ۲۴۳، ۱۵
شبنم یخ‌زده ۱۷
شب‌های صاف و راه شبیری ۱۶۵
شبه جزیره‌ی کامچاتکا ۲۱۳
شبه فلزات ۳۶
شبه‌سازی ۱۲۱
شبه‌سازی پرواز ۱۵۱

شبه‌سازی رایانه‌ای ۱۵۱
شیشک چوب ۲۹۶، ۳۱۰
شیش‌ها ۳۲۵
شتاب ۷۱، ۷۰
شتاب‌دهنده‌ها ۱۶۲
شتر مرغ ۳۰۳
شته‌ها ۳۲۷
شته‌ها و محصولات کشاورزی ۲۷۷
شدت صوت ۱۰۲
شرایط آب و هوایی ۲۳۸، ۲۳۶
شرایط جوی ۲۳۹
شرایط فیزیکی زیستگاه ۲۴۶
شرکت سونی ۱۵۶
شرکت‌های کشتیرانی و پیش‌بینی وضع هوا ۲۳۹
شرکت‌های هواپیمایی و پیش‌بینی وضع هوا ۲۳۹
شریان‌های قلبی ۳۷۰
شستن کامل بدن ۳۶۸
شش و جوی ۵۲
شش‌ها ۳۰۴، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۵۴
شش‌های کتابی ۲۹۸
شعاع الکترونی ۱۱۶
شعاع زمین ۲۰۶
شعاع‌های شکست‌یافته ۱۱۴
شعاع‌های نوری ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۳، ۱۱۴
۱۱۵، ۱۱۸
شعرای یمانی ۱۶۷
شفت مرکب ۲۶۳
شفق قطبی جنوبی ۱۷۹
شفق قطبی شمالی ۱۷۹
شفق‌های قطبی ۱۷۶، ۱۷۹، ۲۳۵
شقیه ۳۰۵
شقایق ۲۶۶
شقایق‌های دریایی ۲۹۲، ۲۹۴، ۳۲۶
شکار جانوران و رنگ ۱۰
شکارچی‌ها ۳۲۱، ۳۲۰
شکست ۱۱۴
شکل‌های بلور ۱۳
شکار ۳۲۱
شکار بیرویه ۳۳۴
شکار و شکارچی ۳۱۲
شکارچی در آسمان ۱۶۷
شکارچیان و گیاهان ۲۷۴
شکارچی‌ها ۳۱۴، ۳۲۶
شکاف میان اقیانوسی ۲۰۹
شکافت هسته‌ای ۸۵
شکست شعاع‌های نور ۱۱۵
شکست نور ۱۱۴
شکستگی استخوان بازو ۳۷۳
شکستگی‌های استخوان ۳۷۳، ۳۶۷
شکسته‌شدن موج ۲۲۹
شکل بلور برف ۲۴۵
شکل‌دهی شیشه ۵۴
شکل‌گیری کیهان ۳۸
شکل‌های بلوری کانی‌ها ۲۱۶
شکم مادر و امواج فراصوت ۱۰۳
شکم پایان ۲۹۹
شماره‌گیری تلفن ۱۴۶
شمال آفریقا ۲۸۱
شمس طلا ۳۴
شمن ۲۷۹
شناکردن ۳۶۸
شناوری ۹۵، ۹۴
شنوایی انسان ۱۰۲، ۱۰۳، ۳۴۷، ۳۷۵
شنوایی جانوران ۱۰۳، ۳۱۶، ۳۱۷
شنیدن و مغز ۳۴۵
شوررست ۲۷۴، ۲۷۵
شوگ الکتریکی ۱۲۸
شومیکر ۱۹۸

شوینده‌ها ۵۰
شهاب‌سنگ آهنی ۱۸۴
شهاب‌سنگ سیخوته-الین ۱۸۴
شهاب‌سنگ‌ها ۲۲، ۱۷۴، ۱۸۴، ۲۰۶، ۳۳۴
شهاب‌ها ۱۸۵، ۲۳۴، ۲۳۵
شهد مرگبار گیاهان ۲۷۱
شهربازی و حرکت ۷۰
شیار و نیرو ۹۱
شیارهای انگشت ۳۵۰
شیب تند و نیرو ۹۱
شیب قاره‌ای ۲۳۰
شیب گسل ۲۱۱
شیب مارپیچ و نیرو ۹۱
شیب و حرکت ۷۰
شیدسپهر نگاه‌کننده فتوسفر
شیدکره نگاه‌کننده فتوسفر
شیر ۲۵۴، ۳۲۶
شیر مادر ۳۱۰
شیرایه ۲۸۰
شیرماهی ۳۲۵
شیره‌ی دارویی ۲۷۹
شیره‌ی گوارشی ۲۷۱، ۳۵۸
شیره‌ی معده ۳۵۹
شیت ۲۱۹
شیشه ۵۴، ۱۱۰، ۱۳۰
شیشه و رسانای گرما ۸۳
شیشه‌ی آتش‌فشانی ۲۱۹
شیشه‌ی رنگی ۵۴
شیشه‌ی ضدحرارت ۵۴
شیشه‌ی فیبرنوری ۱۴۷
شیشه‌ی مذاب ۵۴
شیشه‌ی نشکن ۵۴
شیل ۲۱۹
شیلی ۱۸۷
شیلی و تلسکوپ ۱۱۷
شیمی ۱۰-۶۱
شیمی آلی ۴۸
شیمیدانان ۲۸۴
بویادار، لیکودی ۲۶
دالتون، جان ۲۲
سوئدی ۳۹
فرانسوی ۳۸، ۳۹
مدلیف، دیمیتری ۲۶
شیمی زیست ۴۶
شبه‌ی داگوتر ۱۱۸
شبه‌ی زندگی بیمار ۳۷۳

ص

صابون و pH ۳۳
صابون و بازها ۳۳
صابون‌ها ۵۰، ۲۸۰
صاعقه ۴۲، ۴۳، ۷۶، ۱۲۶، ۲۴۳
صافی کردن ۲۱
صافی کردن آب کثیف ۲۱
صحبت کردن در فضا ۱۰۰
صحبت کردن ۳۵۵
صحرای بزرگ آفریقای شمالی ۲۲۵
صخره‌ها ۱۹، ۳۲۶
صدا ۱۰۰، ۱۰۹، ۱۴۳، ۲۵۰، ۳۱۸
آوازپرندگان ۱۰۲
اره‌ی گرد ۱۰۲
انفجار و هواپیما ۱۰۱
با پسماندیابین ۳۱۹
بلند ۱۰۲
پرتاب موشک ۱۰۲
پرش از سکوی شاتل ۱۰۲
چیرچیر ۳۱۹
دیجیتال ۱۰۸، ۱۰۹

صدا (بقیه)	طب فضایی نگاه کنیده بزشکی فضایی
زیر ویم ۳۴۷	طبیعی دان ۲۵۴
سقوط برگ ۱۰۲	طحال ۳۵۷
نهنگ ۱۰۱	طراحی اتومبیل ۱۵۱
صدف بیخ خورده ۲۹۹	طراحی حرکات پیچیده ۳۴۵
صدف موجودات دریایی ۲۱۸	طراحی دارو به وسیله ی رایانه ۳۷۶
صدفها ۲۸۷	طراحی صنعتی و پلاستیک ۵۲
صدفها و سنگ آهک ۳۳	طعم ترش ۳۲
صدفهای خوراکی ۲۹۹	طلا ۲۷، ۳۴، ۱۳۹، ۱۴۲، ۲۱۶
صرفه جویی در انرژی ۶۰	طلاشویی ۲۰
صفات ثانویه ی جنسی زنان ۳۵۶	طلای خالص ۲۲، ۳۴
صفات ثانویه ی جنسی مردان ۳۵۶	طلوع خورشید ۲۰۵، ۲۳۷
صفحات استخوان ۳۲۸	طناب کشی ۶۴
صفحه های پلاسما ۱۴۴	طناب های صوتی ۳۵۵
صفحه های خورشیدی ۹۳، ۳۶	طنین ۱۰۴، ۱۰۵
صفحه ی LCD ۱۴۴	طول موج ۱۲۲
صفحه ی اصلی مدار ۱۳۸	طول موج های نوری ۱۲۳، ۳۴۹
صفحه ی تلویزیون ۱۴۴، ۱۴۵	طیف ۱۲۲
صفحه ی خورشیدی ۸۷	طیف الکترومغناطیسی ۹۸، ۹۹، ۱۶۱
صفحه ی راه راه تلویزیون ۱۴۵	طیف رنگ ۱۲۲
صفحه ی رایانه ۵۹	طیف سنج جرمی ۲۲۱
صفحه ی گرامافون ۱۰۸	
صفحه ی مدار ۱۳۸، ۱۴۱	ظ
صفحه ی ناخن ۳۵۱	ظاهر دانه دانه ی خورشید ۱۷۱
صفحه ی نمایش ۱۴۸، ۱۴۹	ظروف جاسیر ۵۵
صفحه ی نمایش آندوسکوپ ۳۷۴	ظروف سفالی ۲۴۸
صفحه ی وب جهانی ۱۵۲	ظروف مقاوم در مقابل آب ۵۵
صفحه ی وینیل ۱۰۸	
صفر دسیبل ۱۰۲	ع
صفر مطلق ۸۰	عاجها ۳۳۳، ۳۵۸
صفرا ۳۵۸	عادات مضر و سلامت ۳۶۸
صلبیه ۳۴۸، ۳۴۹	عادت ماهانه ۳۶۷
صنایع پتروشیمی ۵۱	عامل زنتیکی سرطان ۳۷۱
صنایع دارویی ۵۰، ۵۱	عایق ۸۳
صنایع شیمیایی ۵۰، ۵۱	عایق سازی ۵۸
صندلی قالب ریزی شده ۵۲	عایق کاری و دما ۸۱
صنعت داروسازی ۵۱	عایقها نگاه کنیده نارساناها
صنعت دوزندگی ۱۱۲	عبور الکتریسته ۱۱۲
صنعت کربن ۴۹	عبور عطار از مقابل خورشید ۱۷۴
صنوبر ۲۴۶	عدد اتمی ۲۵، ۲۶
صوت ۱۰۰، ۱۰۱، ۱۰۶	عدد جرمی ۲۶
صوت دیجیتالی ۱۴۰	عدسک ۲۶۸
صورت های فلکی ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۸۶	عدسک آبی ۲۶۵
اورپون ۱۶۷	عدسی چشم ۳۴۸
پلنایدس ۱۶۶	عدسی چشمی نگاه کنیده لنز چشمی
ثریا ۱۶۶	عدسی ساز ۲۸۵
نور ۱۶۶	عدسیها ۱۱۵، ۱۱۶، ۱۱۷، ۲۹۷، ۳۴۸
چبار ۱۶۷	عدسی های محدب ۱۱۵
شعرای یمانی ۱۶۷	عدسی های مقعر ۱۱۵
شکارچی ۱۶۷	عربستان ۲۰۸
قوس ۱۶۸	عرض جغرافیایی ۲۳۶
صیادان طبیعی ۲۷۷	غرق کردن و گرما ۸۲
صیادان کشتن دهی آفتها ۲۷۷	عروس چمنزار ۲۷۹
	عروس دریایی جعبه ای ۲۹۴
	عروس های دریایی ۲۲۸، ۲۹۱، ۲۹۴، ۳۱۴
	عصب ۳۵۸
	بینایی ۳۴۸، ۳۴۹
	تعدالی ۳۴۷
	چپ بینایی ۳۴۹
	راست بینایی ۳۴۹
	شنوایی ۳۴۷
	نخاعی ۳۴۵
	عصرهای یخندان ۲۰۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۳۶
	عضلات نگاه کنیده ماهیچه ها
	عضله نگاه کنیده ماهیچه
	عطار ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۴
	عطر ۲۸۰
	عقاب دریایی ۳۱۲

عقاب هارپی ۳۲۶	غده ها (بقیه)
عقرب امپراتور ۲۹۸	غرق پوست ۳۵۱
عقرب سانان ۲۹۸	فوق کلیه ۳۵۶
عقربها ۲۹۸، ۲۹۱	کنگر فرنگی ۲۶۲
عقرب های دریایی ۲۲۱	لوزالمعده ۳۵۶
عقیق ۲۱۷	هیپوفیز ۳۵۶، ۳۶۷
عکاسی دیجیتال ۱۱۹	غذاها ۲۷۸
عکاسی بر روی کاغذ ۱۱۸	انرژی ۴۶
عکاسی و ترکیبات بروم ۳۷	پراثری ۷۹
عکس ۱۱۸	پرجرب ۳۷۰
عکس بیتومن ۱۱۸	پروتئینی ۳۶۹
عکس رنگی ۱۱۸	تازه ۳۶۹
عکس های دیجیتالی ۱۲۱	چرب و روغنی ۳۶۹
عکس های ساکن ۱۲۰	چینی ۳۶۹
علائم ۳۱۸	و انرژی ۷۷
علائم بیماری ۳۷۰	غرش فیلها ۳۱۹
علائم رادیویی ۱۸۷	غرق شدن ۹۴
علائم هشدار دهنده ی شیمیایی ۳۳	غروب آفتاب ۱۲۲
علف خواران ۳۲۶	غریزه ۳۱۰
علفزار ساوانای آفریقا ۳۲۶	غشا ۲۹۳
علفزارها ۲۴۶، ۲۴۷	غشای پلاسمایی ۳۳۹
علف های هرز ۲۷۷	غشای سلولی ۲۵۶، ۲۸۴، ۲۹۳
علوم زمین ۲۰۵	غشای سینوئال ۳۱۴
عمر ۳۶۸	غضروف ۳۱۵، ۳۶۶
عمر طولانی ۳۰۵	غضروف مفصلی ۳۱۴
عمرسنجی به روش آرگون-آرگون ۲۲۱	غضروفی شدن یافت استخوانی ۳۶۶
عمق ۱۰۰۰۰ متری و فشار آب ۷۵	غلات ۲۷۶
عمق ۱۲۰ متری و فشار آب ۷۵	غلاف پنبه ۲۸۱
عمق آب اقیانوسها ۲۲۸	غلاف محافظ اکسون ۳۴۴
عمل انعکاسی ساده ۳۴۵	غلاف میوه نگاه کنیده پیراثر
عمل جراحی ۳۷۱، ۳۷۳، ۳۷۴	غلبه بر نیروی گرانش ۷۸
عمل موج ۲۲۹	غلظت ۱۴
عناصر ۲۲	غله ۲۴۸
عناصر طبیعی ۲۳	غواصان و فشار آب ۷۵
عناصر مصنوعی ۲۳	غواصی و اکسیژن ۳۹
عنیبیه ۳۴۸	غوزه ۲۸۱
عنکبوتیان ۲۹۸	غول های قرمز ۱۶۶، ۱۶۸
عنکبوتها ۲۹۸، ۲۹۹، ۳۱۳	غیر فلز ۲۷
عوامل بیماری زا ۳۷۰، ۳۷۱	غیر فلزات ۳۶
عوامل مرتبط با بیماری ۳۷۳	غیر ماده ۱۰
عینک ۳۶۷	
	ف
	فارادی، مایکل ۱۳۳، ۱۳۵
	فارنهایت ۸۰
	فاسد شدن غذا ۳۱
	فاصله ی ستاره ها ۱۶۶
	فاضلابها ۲۵۰، ۲۸۷
	فاکسها ۱۸۹
	فانفار نگاه کنیده چرخ فلک افقی
	فانوس های دریایی ۱۱۰، ۱۱۵
	فایبر گلاس ۵۷
	فتوسفر ۳۹، ۴۵، ۱۷۰، ۱۷۱، ۲۵۶، ۲۵۸
	فتوفور ۳۱۹
	فرآورده های گیاهی ۲۸۰-۲۸۱
	فرانیش ۱۸۷
	فرار سریع ۳۲۰
	فرازش نگاه کنیده تصعید
	فراصوت ۱۰۳
	فراگیری مهارت ۳۶۶
	فراستن ۱۵۳
	فراوانی آب ۴۰
	فراورده های زغال سنگ و پارچه ۵۶
	فرایندهای حیاتی بدن ۳۵۶
	فرایندهای فرسایشی ۲۱۵
	فرسایش ۲۰۶، ۲۱۴، ۲۱۵، ۲۱۸
	۲۲۲، ۲۲۴، ۲۲۵، ۲۳۲

ض

ضبط دیجیتالی ۱۰۹
ضبط صدا ۱۰۸
ضبط و بازسازی صدا ۱۰۸
ضد درد ۲۷۹
ضد عفونی کننده ۳۷
ضربان قلب ۳۴۵، ۳۶۱، ۳۶۸
ضربه ۶۸
ضعف استخوانها ۳۶۷

ط

طاووس ۳۰۶
طب سنتی ۲۷۹

فرسایش (بقیه)

بادی ۲۲۲

رودخانه‌های ۲۲۲، ۲۲۲، ۲۲۲

ساحلی ۲۲۷، ۲۲۲

ستون‌های سنگی ۲۲۲

کوه گسلی ۲۱۵

یخچالی ۲۲۲، ۲۲۶، ۲۳۳

فرستنده‌ی رادیو ۱۴۳

فرضیه‌ی عمومی نسبت اینشتین ۷۳

فرغون ۶۴

فرکانس ۱۰۳، ۹۸

فرکانس رزنانس ۱۰۵

فرکانس‌های رادیویی ۱۴۴

فرمان اتومبیل ۸۹

فرمانبرداری ۳۱۸

فرمانرو ۲۵۴

فرمانروی جانوران ۲۹۰-۲۹۱

فرمانروی گیاهان ۲۵۴-۲۵۵

فروگاه بودونگ ۱۳۴

فرورانش ۲۱۴

فروسرخ ۱۸۷

فروشگاه اینترنتی ۱۵۲

فروصوت ۱۰۳

فرومون هشداردهنده ۳۱۷

فرومون‌ها ۳۱۷

فست اسکین ۵۶

فسفر ۲۷، ۱۳۹، ۱۴۴

فسفر سانس نگاه‌کننده درخشش فسفری

فسیل‌ها ۲۰۹، ۲۲۰، ۲۲۱، ۲۲۸، ۳۳۲، ۳۳۳

آمونیت ۲۹۱

جانوری ۲۱۸

دم اسبی ۲۶۰

سرخس‌های گرمسیری ۲۰۹

سنجاقک ۳۳۰

گیاهی ۲۱۸

فسیل شدن ۲۲۰

فشار ۱۵، ۷۴

فشار آب ۷۴، ۷۵

فشار آب اعماق ۱۵۴

فشار الکتریکی ۱۲۶، ۱۲۹

فشار در اتمسفر ۳۳۵

فشار در سطح دریا ۷۵

فشار ریشه‌ای ۲۵۹

فشار مایع ۷۵

فشار هوا ۷۲، ۷۴، ۲۳۵، ۲۴۱

فشار هوا و گوش ۳۴۷

فشار سنج ۲۳۵

فشقه ۳۰، ۳۹

فصل جفت‌گیری ۳۰۶

فصل زادآوری ۳۰۶

فصل‌های زمین ۲۳۶، ۲۳۷

فصل‌های مناطق معتدل ۲۳۷

فضا ۱۶۰-۲۰۱

فضا و امواج ۹۹

فضا و جرم ۷۳

فضاییمای بین سیاره‌ای ۱۹۸

فضا- زمان ۷۳

فضانوردان ۱۰۰، ۱۹۰، ۱۹۲

آمریکایی ۱۹۰

روسی ۱۹۰

وی‌وزن ۷۲

و گراش ۷۲

فعالیت برون سفینه‌ای ۱۹۳

فعالیت‌های آتش‌فشان‌های زیردریایی ۲۱۴

فعالیت‌های آتش‌فشان‌ی ۲۱۲، ۲۱۴، ۲۲۹

فعالیت‌های برون سفینه‌ای ۱۹۲

فعالیت‌های صنعتی ۲۵۰

فعالیت‌های کشاورزی و محیط‌زیست ۲۵۰

فعالیت‌های کوه‌زایی ۲۰۶

فعالیت‌های هیدروترمال ۲۱۲، ۲۱۳

فک‌ها ۲۸۶

فلج اطفال ۳۷۲

فلسايار ۱۹

فلسیات ۲۱۶، ۲۱۸، ۲۱۹

فلسیات صورتی ۲۱۹

فلزات ۳۴، ۳۵، ۸۰، ۱۱۰، ۱۳۰، ۱۳۱، ۲۰۶، ۲۴۹

انتقالی ۳۵

بازیافتی ۶۰

حافظه‌دار ۱۲

در فضا ۲۷

قلیایی ۳۵، ۲۷

قلیایی-خاکی ۳۵

مذاب ۸۰

مغناطیسی ۶۰

و الکتریسیته‌ی ساکن ۱۲۷

و کش‌سانی ۱۲

واکنش‌ناپذیر ۳۴

فلس ۳۰۳

فلفل دلمه‌ای ۳۱

فلمینگ، جان ۱۳۶

فلمینگ، سر الکساندر ۲۸۳

فلوتوریدها ۳۷

فلوتورین ۳۷

فلوت ۱۰۴

فلوریدی آمریکا ۱۹۱

فلوک ۳۰۵

فلوک شیتوزوما ۳۰۵

فناکیستوسکوپ ۱۲۰

فناوری بالای تصویربرداری ۳۷۴

فناوری پزشکی ۳۷۴

فناوری دیجیتال ۱۲۱، ۱۴۴

فناوری رایانه‌ها ۱۴۲

فناوری ریز تراشه ۱۵۷

فناوری زیستی ۲۵۱

فناوری شیشه ۵۴

فناوری فست اسکین ۵۶

فناوری کربن ۴۸، ۴۹

فناوری نانو ۱۵۷

فناوری نانو در پزشکی ۳۷۶

فناوری نانوی کربنی ۱۵۹

فندق‌شکن و اهرم ۸۸

فنیل تیوکاربامید (PTC) ۳۶۵

فواره‌های تریتون ۱۸۴

فوبوس ۱۷۸

فوتوترانزیستور نگاه‌کننده ترانزیستور

حساس به نور

فوتوفور نگاه‌کننده اندام نورفشان

فوتون ۱۱۰

فوران‌های آتش‌فشان‌ی ۲۱۴، ۲۲۳، ۲۳۱

فولاد ۱۳۲، ۱۳۴

فولاد آلیاژی ۳۵

فولاد ضدزنگ ۱۰

فولر، باکمینستر ۴۴، ۴۵

فولرین ۴۴

فولیکول تخمدان ۳۶۷

فولیکول مو ۳۵۱

فویل ۹۵

فیبر شیشه ۵۷

فیبر نوری ۱۴۶

فیبرهای تاریک ۱۴۶

فیبرهای کربن ۴۹

فیبرهای نوری ۵۴، ۱۴۶، ۱۴۷

فیبرین ۳۵۳

فیتوپلانکتون‌ها ۲۸۶، ۲۸۷

فیرن ۲۲۶

فیزیک سنتی و گراش ۷۳

فیزیکدانان ۱۸۶

آلمانی ۹۸، ۱۲۹

آمریکایی ۱۳۵

اتریشی سوئدی ۸۵

انگلیسی ۷۹، ۱۳۶

اینشتین، آلبرت ۷۳

فرانسوی ۱۱۸

نیوتون، ایزاک ۶۶

فیزیوتراپی ۳۷۳

فیل آسیایی ۳۲۸

فیل آفریقایی ۳۰۵

فیلانمان ۱۲۹

فیلتر آبی ۱۲۳

فیلترها ۱۴۴

فیلترهای رنگی ۱۴۴، ۱۹۷

فیلیم ۱۱۹، ۱۲۱

فیلیم سینمایی ۱۲۰

فیلیم عکاسی ۱۱۸، ۱۱۹

فیلیم متحرک ۱۲۰

فیلیم نقاب ۱۲۱

فیلیم‌برداری ۱۲۰، ۱۴۵

فیلیم‌سازی ۱۲۰

فیلیم‌های اکشن(حادنه‌ای) ۱۲۱

فیلیم‌های دوربین ۵۳

فیلیم‌های سیاه و سفید ۱۲۰

فیل‌ها ۳۱۱، ۳۱۹، ۳۲۸

فینکس ۲۰۰

فیوز ۱۲۸

فیوز و اکسیژن ۳۹

فیویمیا ۳۲۸

ق

قاب بالان ۲۹۷

قارچ‌ها ۶۱، ۲۲۴، ۲۵۴، ۲۷۷، ۲۸۲-۲۸۳

۳۲۷، ۳۷۱

تک‌سلولی ۲۸۲

چتری ۲۵۴

چتری خوراکی ۲۸۲

چتری‌سمی ۲۸۲، ۲۸۳

دنبان ۲۸۲

دود کننده ۲۸۲

قارمها ۲۰۸

قارهای امروزی ۲۰۹

قاره‌ی پانگه‌آ ۲۰۹

قاره‌ی جنوبگان ۲۰۵، ۲۳۴

قاصدک ۲۶۲

قانون اول نیوتون ۶۶، ۶۷

قانون اهم ۱۲۹

قانون دست چپ فلمینگ ۱۳۶

قانون دست راست فلمینگ ۱۳۷

قانون دوم نیوتون ۶۶، ۷۱

قانون سوم نیوتون ۶۶

قایق ۵۷، ۹۴، ۹۵

قایق ساختن ۲۸۰

قایق و انرژی ۷۸

قایق یدک‌کش ۷۸

قبرستان ضایعات ۶۰

قبرستان هواپیماها ۶۱

قد ۳۶۶

قدرت ۷۸، ۷۹

قدرت جریان ۱۴

قدرت شنوایی ۱۰۳

قدرت موج ۲۲۹

قدرت هیدروژن ۳۲

قراضه‌های آهن ۱۳۴

قرقره‌ها ۸۹، ۹۰

قرقره‌ی دوتایی ۹۰

قرنبه ۳۴۸

قسمت‌های دستگاه گوارش ۳۵۸

قشر مخ ۳۴۵، ۳۴۹

قطار برقی ۱۳۶

قطارها ۱۲۴، ۱۳۶

قطارهای شینکاتزن (گلوله) ۱۳۶

قطب ۸۲

قطب جنوب ۱۷۶، ۲۳۴، ۲۳۶

قطب جنوب جغرافیایی ۲۰۷

قطب جنوب مغناطیسی ۲۰۷

قطب جنوب نیوتن ۱۸۲

قطب شمال ۴۰، ۲۲۶

قطب شمال جغرافیایی ۲۰۷

قطب شمال مغناطیسی ۱۳۳، ۲۰۷

قطب‌نما ۱۳۲، ۱۷۱

قطب‌نمای مغناطیسی ۱۳۳، ۱۳۴

قطب‌های زمین ۲۴۰

قطب‌های سوزنی ۱۳۳

قطب‌های غیرهمنام ۱۳۲

قطب‌های مغناطیسی ۱۳۲

قطب‌های همنام ۱۳۲

قطبین ۲۰۴

قطر زمین ۲۰۴

قطرات آب ۴۱

قطرات باران ۱۲۲

قطره‌های ریز آب معلق در هوا ۲۴۳

قطعه‌ی دهانی ۲۹۸

قطعه‌ی موسیقی ۱۰۹

قفسه‌ی سینه ۲۹۲، ۳۵۴، ۳۵۵

قلا‌ها ۲۹۵

قلب ۲۹۲، ۳۳۸، ۳۳۹، ۳۵۲، ۳۶۸، ۳۷۰

۳۷۳، ۳۷۴

قلع ۳۵

قلمرو ۳۲۴

قله‌های آتش‌فشان‌ی غرق شده ۲۳۰

قله‌ی آتاپورنا ۲۱۴

قله‌ی کوه ۲۱۴

قله‌ی کوه‌ها و فشار هوا ۷۵

قلیایا ۳۳

قلیایی ۳۲

قمرها ۱۶۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۸، ۱۷۹، ۱۸۰

۱۸۳، ۱۹۸، ۲۰۰

آیو ۱۶۱

اروپا ۱۶۱، ۲۰۰

اروس ۱۹۸

بزرگ مشتری ۱۸۶

تیتان ۱۸۰، ۱۹۸

شارون ۱۸۳

طبیعی ۱۷۷

گالیله‌ای ۱۷۹

مریخ ۱۷۸

قندسفات ۳۶۴

قند و غذاهای قندی ۳۶۹

قندها ۲۵۷، ۲۸۲

قنطورس نزدیک ۱۷۲

قوانین حرکت ۶۶

قوت موج ۱۴۳

قوت میدان الکتریسته ۱۳۳

قورباغه‌ها ۳۰۱، ۳۰۵، ۳۰۷، ۳۱۴، ۳۲۰

بالغ ۳۰۵

برزلی سیلابی ۳۰۷

برنده ۳۱۴

تیرسمی ۳۲۰

فوزک با ۳۴۰

قوس الکتریکی ۱۲۷

قوطی‌های پلاستیکی ۲۵۰

قیر ۵۱

کمر بند کونپیر ۱۸۴
کمر بندهای ون آلن ۱۷۶
کنار دریا ۳۲۶
کنام ۳۲۶
کنام بوم شناختی ۳۲۶
کنترل از راه دور ۱۳۹
کنترل الکتریکی ۱۲۸
کنترل بیولوژیک نگاه کنیده کنترل زیستی
کنترل پرواز هواپیما ۹۶
کنترل جریان الکتریسیته ۱۲۸
کنترل حرکات ۳۴۵
کنترل زیستی ۲۷۷
کنترل طبیعی آفت‌ها ۲۷۷
کنترل کیفیت ۱۴۲
کنترل میزان آب بدن ۳۵۱
کنند شدن فعالیت دستگاه‌های بدن ۳۲۳
کنده کاری برنزی ۳۵
کنده‌ی درختان ۲۸۰
کنسرت موسیقی راک ۱۲۷
کنسرت‌ها و لیزر ۱۱۲
کنف ۲۸۱
کنگولومرا ۲۱۸
کنه سانان ۲۹۸
کنه‌ها ۳۲۵، ۲۹۸
کنه‌ی گوسفند ۲۹۸
کنیا ۲۴۷
کنیداریا ۲۹۴
کنیدارین‌ها ۲۹۴
کنیدوبلاست‌های (سلول‌های گزنده) ۲۹۴
کوارتز ۱۹، ۳۴، ۲۱۸
کوارتز بنفش ۲۱۶
کوارتز سفید ۲۱۹
کوارزها ۱۶۹
کوپوزوا ۲۹۴
کوبه ۲۱، ۲۱۱
کوتوله‌ی زرد ۱۶۶
کوتوله‌ی سفید ۱۶۶، ۱۶۷، ۱۶۸، ۱۶۹
کوتوله‌ی سیاه ۱۶۸
کوتیکول ۳۵۱
کود ۲۶۱
کود باغچه ۶۱
کودکان و شتوایی ۱۰۳
کودها ۴۲، ۲۸۷
شیمیایی ۴۲، ۴۳، ۵۰، ۲۴۸، ۲۷۷
طبیعی ۴۲
گلدانی ۶۱
مایع ۴۲
کوراک‌ها ۱۶۲
کورتیساروس ۳۳۱
کوره حرارت ۸۰
کوره‌ی خورشیدی ۸۳
کوسه ماهی‌ها ۲۲۸، ۲۹۲، ۳۰۰، ۳۱۲، ۳۲۸
کوسه‌ها ۲۹۳، ۳۱۵
کوکا ۲۷۹
کوکائین ۲۷۹
کولار ۵۶
کولاک ۲۴۵
کولر ۸۱
کوما ۱۸۵
کولونوسکوپ ۳۵۹
کومولوس ۲۴۲
کومولونیمبوس ۲۴۲
کوه کایلاس ۲۲۲
کوه یخ ۲۲۶
کوه یخ شناور ۸۰
کوه‌زایی ۲۰۶، ۲۱۴
کوهستان‌های سرد و سنگی و گیاهان ۲۷۴
کوهنوردان و فشار هوا ۷۵

کره‌ی مغناطیسی نگاه کنیده مگنتوسفر
کره‌ی منجمد ۲۰۵
کری، سیمور ۱۵۱
کریپیدا ۲۹۶
کریستال (بلور) ۱۲
کریوسفر نگاه کنیده کره‌ی منجمد
کرلی‌ها ۲۹۶
کریئوئیده ۲۹۹
کسوف نگاه کنیده خورشید گرفتگی
کش و انرژی ۷۶
کشاورزان ۲۷۶
کشاورزان و پیش‌بینی وضع هوا ۲۳۹
کشاورزی ۲۴۶، ۲۴۸
کشزارها ۲۷۶
کشزارهای اسطوخودوس ۲۸۰
کشتی ۹۴، ۹۵
کشتی‌ها و محیط زیست ۲۵۰
کشتی‌های تحقیقاتی ۲۳۰
کش سانی ۱۲، ۶۹
کش سانی پارچه ۵۶
کش سانی کمان ۷۶
کشش ۳۵۰
کشف کد ۱۴۵
کشکک ۳۴۰
کشندهای سرخ سمی ۲۸۷
کشیدن سیگار ۳۶۹، ۳۷۰
کش اقیانوس‌ها ۲۰۶
کرگدن ۳۱۳
کف دست ۳۵۰
کش دوزک ۲۷۷
کشندوزک صیاد ۲۷۷
کک ۳۱۵
کلاپرک گل ۲۶۵
کلازن ۵۷
کلاف فولادی ۳۴
کلاله ۲۶۵، ۲۶۶
کلاه ۲۸۰
کلاه ایمنی آتش نشان ۱۰
کلاه خلبان و فشار هوا ۷۴
کلاهی ۲۵۷
کلاهی‌های یخی ۱۷۸، ۲۲۶
کلب ۲۸۶
کلب غول پیکر ۲۸۶
کلب ۳۷، ۲۷
کلروپلاست ۲۵۵، ۲۵۸، ۲۸۵
کلروفلوتور و کربن‌ها (CFCs) ۲۳۴
کلروفیل نگاه کنیده سبزینه
کلرید سدیم ۵۰، ۲۲۸
کلسترول ۳۷۰
کلست ۲۱۸، ۲۱۶
کلسیم ۳۴۰، ۳۶۶
کلسیم خون ۳۵۶
کلنسیس ۲۷۹
کلکتور نگاه کنیده جمع آورنده
کلنی ۲۹۴، ۳۲۴
کلنی‌های جان سخت ۲۶۱
کلونید ۱۸
کلون کردن ۲۷۸
کلون ۸۰
کلید لامپ ۱۲۸
کلیه‌ی چپ ۳۶۱
کلیه‌ی راست ۳۶۱
کمان و انرژی ۷۶
کمان‌های آیشنی ۲۹۲
کمایین‌های دروکنده ۲۷۷
کمبود ویتامین C ۳۷۰
کمر بند ایمنی ۵۷
کمر بند سیارکی ۱۷۲، ۱۸۴

کانی‌های سنگ ساز ۲۱۶
کانی‌های قیمتی ۲۱۷، ۲۴۹
کانی‌های مرکب ۲۱۶
کاوش در آسمان ۲۰۰
کاوش فضایی ۱۸۸
کاوشگرهای اسکترهای پزشکی ۱۳۰
کاوندیش، هنری ۳۸
کاهش ابتلا به بیماری ۳۷۲
کاهش خسارت به محیط زیست ۲۵۱
کاهش صدا در اتوبان ۱۰۷
کاهش طول عمر ۳۶۹
کاهش فشار خون ۲۷۹
کید ۲۸۵، ۲۹۳، ۳۵۸، ۳۶۰، ۳۷۳
کیریت فسفری ۲۷
کیوترسانان ۳۰۳
کپسول باکتری ۳۷۱
کپسول کلیه ۳۶۱
کپسول هوای فشرده ۳۹
کپسول‌های آتش نشانی ۱۹
کپک‌ها ۲۷۸، ۲۸۲، ۲۸۳
کپک‌های مخاطی ۲۸۵
کتن ۵۶، ۲۸۱
کتف ۳۱۴، ۳۴۰
کچ روپیدن درخت‌ها و باد ۲۴۰
کد رنگی مقاومت‌ها ۱۳۸
کدئین ۲۷۹
کدبندی هوشمند ۱۴۶
کدهای دیجیتال ۱۴۳، ۱۴۶
کدهای هویتی ریز تراشه ۱۴۲
کراتین ۳۵۱
کربن ۲۵، ۴۴، ۴۸، ۵۲، ۸۶، ۱۳۲، ۱۷۸، ۲۴۹
کربن دی اکسید نگاه کنیده دی اکسید کربن
کربنات کلسیم ۳۳، ۲۹۹
کربوهیدرات نگاه کنیده هیدروکربن
کرب‌های حساس ۲۷۱
کردن گیاه خوار ۳۱۳
کرم خاکی ۲۹۵، ۳۱۷، ۳۲۷
کرم شب تاب پلیکت ۱۱۱
کرم صورت ۱۸
کرم و دی اکسید کربن ۴۵
کرم‌ها ۲۹۵، ۳۷۱
کرم‌های یادبزی ۳۱۲
کرم‌های پهن ۲۹۵
کرم‌های پهن دریایی ۲۹۵
کرم‌های حلقوی ۲۹۵
کرم‌های خاکی ۲۲۴، ۳۰۱
کرم‌های لوله‌ای ۲۳۰، ۲۹۵
کرم‌های نواری ۲۹۵
کروکودیل‌ها ۳۰۲، ۳۰۸
کروم ۵۴
کروماتوگرافی نگاه کنیده رنگ نگاری
کروماتوگرام ۲۱
کروماتید ۳۶۴
کروموزم‌ها ۴۷، ۲۷۳، ۲۸۵، ۳۰۹، ۳۶۴، ۳۶۵
جنسی X ۳۶۴
جنسی Y ۳۶۴
جنسی ۳۶۴
جنسی پسران ۳۶۴
جنسی دختران ۳۶۴
کروموسفر ۱۷۰
کرونا (تاج) ۱۷۰
کرونا خورشید ۱۷۱، ۱۹۶
کره اسب ۶۷
کره‌ی چشم ۳۴۸
کره‌ی رنگی نگاه کنیده کروموسفر
کره‌ی زمین ۳۳۰

کاتوجو ۲۸۰
کاتولین ۵۵
کابل ۱۳۱
کابل فیبر نوری ۱۴۶
کابل‌های تلفن ۵۴
کابل‌های حاوی سیم‌های مسی ۳۴
کابل‌های زیر دریایی ۱۴۶
کابل‌های زیر زمینی ۱۳۱
کابل‌های فلزی ۱۳۱
کابل‌های هوایی ۱۳۱
کابولا ۳۴۷
کابی بارها ۳۱۹
کانالیزور ۲۹
کانالیزور سیاه ۵۹
کاج ۲۴۶، ۲۴۷، ۲۶۹
کار ۷۸، ۷۹
کار در فضا ۱۹۳
کاراپاس ۲۹۶، ۳۳۳
کارایی ۷۸
کاربرهای رایانه ۱۵۰
کارت حافظه ۱۰۹
کارت‌های اعتباری ۵۳
کارخانه‌ها ۲۵۰
کارخانه‌ها و محیط زیست ۲۵۰
کارخانه‌های اکسیژن سازی ۲۸۷
کارخانه‌ی بازیافت کاغذ ۶۱
کارشیل ۳۹
کارکرد هورمون‌ها ۳۵۶
کاسبرگ ۲۶۳
کاسبرگ گل سوسن ۲۶۵
کاسبرگ‌های لب مانند ۲۶۷
کاست صوتی ۱۰۸
کاسه‌های پلاستیکی ۵۲
کاشت برنج ۲۷۶
کاشت دانه ۲۷۸
کاشفین چینی و آهنربایی ۱۳۲
کاغذ ۵۰، ۲۸۰
کاغذ روزنامه‌ی بازیافتی ۶۱
کاغذ و دما ۸۱
کاغذ سازی ۲۸۰
کافی نت ۱۵۲
کاکتوس‌ها ۲۳۷، ۲۷۵
کالدر ۲۱۳
کالری ۷۷
کالکارنا ۲۹۴
کالیستو ۱۷۹
کالیفرنیا ۱۰۶، ۲۵۱، ۳۲۳
کالینز، مایکل ۱۹۰
کامپیوم ۲۶۸
کامپوسیت پلاستیکی ۵۷
کامپوسیت طبیعی ۵۷
کامپوسیت‌ها ۵۷
کامپیوتر نگاه کنیده رایانه
کامچانکا ۲۱۳
کامیون ۸۸، ۹۳
کامیون با کف‌ی بالارونده ۸۸
کامیون‌ها و محیط زیست ۲۵۰
کانادا ۱۳۳، ۱۸۹، ۱۹۵
کانال رادیویی ۱۴۳، ۲۰۰
کانزاس ۲۴۱
کانسنگ‌های فلزی ۲۴۹
کانگوروی قرمز ۳۱۰
کانون‌های زلزله ۲۱۰
کانیون برابیس ۲۲۲
کانی‌ها ۱۸، ۱۹، ۳۴، ۳۵، ۴۰، ۴۴، ۲۱۶، ۲۳۰، ۲۳۳، ۲۳۹

کوهنوردان و لباس ۵۸	گازهای حل شده در آب ۴۰	گره برگ ۲۵۶	گوش خارجی (بدن) ۳۴۷
کوهها ۲۳۷، ۲۰۵	گازهای داغ خورشید ۱۷۰	گرهک ۲۷۷	گوش میانی ۳۴۷
کوههای آتش فشانی ۲۱۳	گازهای دود ۲۹	گرهکهای ریشه ۲۸۴	گوشت خواران ۲۹۸، ۳۰۱، ۳۱۲، ۳۱۷، ۳۲۶
کوههای آند ۲۱۴، ۲۵۰، ۳۲۵	گازهای زیانبار ۲۹	گرههای لنفی ۳۵۷	۳۳۲، ۳۲۷
کوههای دوقلو ۱۷۸	گازهای سمی ۳۷	گریس کاری ۶۸	گوشته ۲۰۶
کوههای زیر دریایی ۲۳۰	گازهای کم زیان ۲۹	گریتلند ۲۰۵، ۲۲۶	گوشته‌ی زمین ۲۱۷، ۲۳۱
کوههای سطح ماه ۱۸۶	گازهای گلخانه‌ای ۲۵۰	گزنه ۲۷۴	گوشته‌ی عطار د ۱۷۴
کوه‌های گسلی ۲۱۴، ۲۱۵	گازهای نادر ۳۶، ۳۷	گزیدگی‌های عقرب ۲۷۹	گوش‌ها ۳۱۷، ۳۴۷، ۳۷۵
کوههای ماکسول ۱۷۵	گازهای واکنش ناپذیر ۳۶	گزیدگی‌های مار ۲۷۹	گوش‌های پیشرفته ۳۲۲
کوههای مخروطی، شکل ۲۱۴	گازهای هوا ۲۲	گسترش بستر آقیانوس ۲۰۹	گوش‌های حساس ۱۰۰
کهریا ۳۳۳	گاگارین، یوری ۱۹۲	گسل‌ها ۲۰۸، ۲۱۰، ۲۱۱، ۲۱۵	گوش‌های خارجی (جانوران) ۳۱۷
کهکشان‌ها ۱۶۲، ۱۶۴-۱۶۵	گالاگوی شب‌شکار ۳۲۲	دور شونده ۲۰۸	گوشی تلفن ۱۴۶
۱۶۵ M	گالوانی، لوتیچی ۱۲۹	سن آندریاس ۲۱۱	گوشی فیلتر کننده‌ی صدا ۱۰۲
۱۶۴ M۱۰۰	گالیه ۱۸۶، ۱۷۹	ضرب‌های لغزشی ۲۱۱	گوگرد ۲۷، ۳۶، ۱۷۹
۱۶۴ Sa	گالیموس ۳۳۱	عادی ۲۱۱	گونه ۲۵۴، ۲۹۰، ۳۲۸
۱۶۴ Sb	گالیوم ۲۶، ۱۳۹	مایل ۲۱۱	گونه‌های در حال انقراض ۳۲۵
۱۶۴ Sc	گام موسیقی ۱۰۴	معکوس ۲۱۱	گونه‌های گیاهی و جانوری ۲۴۶
آندرومدا ۱۶۵	گاما ۱۸۷، ۸۴	گشتاور ۶۴	گونه‌ی آبپین ۳۲۹
بلازارها ۱۶۵	گامفوتریوم ۳۲۸	گفتار درمانی ۳۷۳	گونه‌ی آکیا پولا نو ۳۲۹
بیضوی ۱۶۵	گانیمد ۱۷۳، ۱۷۹	گل ۲۶۵	گونه‌ی آماکیبی ۳۲۹
رادیویی ۱۶۵	گایا ۲۰۴	گل انگلی ۲۷۰	گونه‌ی ایوی ۳۲۹
راه‌شیری ۱۶۰، ۱۶۱، ۱۶۲	گایوت‌ها ۲۳۰	گل حسرت ۲۷۹	گونه‌ی جانوران ۲۹۰
سومبرو ۱۹۷	گدازه‌ها ۱۶، ۱۷۵، ۱۹۸، ۲۱۲، ۲۱۷، ۲۱۹	گل ساعت ۲۷۳	گونه‌ی فنج بهیوا ۳۲۹
سیلفرت ۱۶۵	گدازه‌های آتش فشانی ۲۱۹، ۲۰۵	گل سفید ۲۱۸	گونه‌ی مائویی منقار طوطی ۳۲۹
فعال ۱۶۵	گدازه‌ی آ (۸۸) ۲۱۳	گلاید ۵۷	گیاه ۳۲۷
فعال ۱۸۶	گدازه‌ی پاهوته‌هونه ۲۱۳	گلبرگ ۲۶۵	گیاه باقلا ۲۵۷
کوزارها ۱۶۵	گرافیت ۴۴	گلیول‌های سفید انقراض خون ۳۵۳	گیاه پنبه ۲۸۱
مارپیچی ESO-G1۳ ۵۱۰ ۱۶۴	گرانش ۷۲، ۷۶، ۱۶۰، ۱۶۱	گلیول‌های سفید خون ۳۱۴، ۳۵۷، ۳۷۶	گیاه تک‌لپه‌ای ۲۶۵
مارپیچی سومبرو (M۱۰۴) ۱۹۷	گرانش اینشتین ۷۳	گلیول‌های قرمز خون ۲۸۵، ۳۱۴، ۳۵۳، ۳۶۰	گیاه حرا ۲۷۳
محلی ۱۶۵	گرانش صفر ۷۲	۳۷۶	گیاه خاص ماده ۲۶۷
نامنظم ۱۶۵	گرانش گردشگری ۲۱۳	گلچ ۲۶۵، ۲۶۲	گیاه خشخاش ۲۷۹
کیاسمای بینایی ۳۴۹	گرانش ملکول‌ها ۴۱	گلخانه‌ها ۵۲، ۲۷۷	گیاه خلال دندان ۲۷۹
کیت روبات‌سازی ۱۵۴	گرانش و اینشتین ۷۳	گلریزان در بیابان ۲۷۵	گیاه دم اسب ۲۵۷
کیتین ۲۹۳	گرانش و کشش ۷۰	گلکسنگ ۲۱۹، ۲۴۶، ۲۸۲، ۲۸۳	گیاه دولپه‌ای ۲۶۵
کیسمت ۱۵۶	گرانش و گیاهان ۲۷۲	گلغ استریم ۲۲۹	گیاه زعفران ۲۷۲
کیسه‌های پلاستیکی و کربن ۴۹	گرانوم ۲۵۸	گل‌فشان‌ها ۲۱۳	گیاه قله‌سنکی ۲۷۴
کیسه‌های صوتی ۳۰۷	گرانیت ۱۹، ۲۱۹، ۲۴۸	گلگیر ۵۷	گیاه کوا ۲۷۹
کیسه‌های هوا ۳۰۳	گره ماهی ۳۱۶	گلگیر پلاستیکی ۱۲	گیاه لوبیا ۲۷۷
کیسه‌ی بیضه ۳۶۲	گره‌ی دندان شمشیری ۳۳۲	گلن، جان ۱۹۰	گیاه مکس خوار ونوس ۲۷۱
کیسه‌ی شنا ۹۴	گرد و غبار در نای ۳۵۵	گلو ۳۵۵	گیاه نخود ۲۷۷
کیسه‌ی صفرا ۲۹۲، ۳۵۳، ۳۵۸، ۳۶۰	گردبادهای استوایی ۲۴۰	گلوکز ۴۶، ۲۵۸، ۳۵۶	گیاه نوزاد ۲۶۲
کیسه‌ی منی ۳۶۲	گردش به دور خورشید ۲۰۴	گلوه‌های ملکولی ۱۵۷	گیاهان ۲۴۶، ۲۵۴
کیسه‌ی هوایی ۳۵۴	گردش خون ششی ۳۵۲	گلومرول ۳۶۱	آبزی ۲۷۴
کیسه‌ی هوای انومبیل ۵۹	گردش خون مغزی ۳۵۲	گل‌های آفتابگردان ۲۷۲	انگل ۲۷۰
کیلو بایت ۱۴۸	گردن رحم ۳۶۲	گلپا ۳۳۹	بالارونده ۲۷۳
کیلو زول ۷۹	گرده ۲۶۶، ۲۶۷	گمراه کردن دشمن ۳۲۰	خاردار ۲۷۴
کیلو کالری ۷۷، ۷۹	گرده افشان‌ها ۲۶۶، ۲۶۷	گنیاس ۲۱۹	خران شونده ۲۷۲
کیلو گرم ۷۲	گرده افشانی ۲۵۵، ۲۶۶، ۲۷۶	گنبد هندسی ۴۵	خشک‌رست ۲۷۴
کیموس معده ۳۵۹	گرده افشانی و آفت‌کش‌ها ۲۷۷	گنجشک‌سانان ۳۰۳	دارویی ۲۷۹
کینین ۲۷۹	گرده‌ی گیاهان و حساسیت ۲۶۷	گندم ۲۷۶	دانه‌دار ۲۶۲-۲۶۳
کیوی ۳۰۳	گرفتن نبض ۳۶۸	گوآنین ۴۷	در کوهستان‌های خشن ۲۷۴
کیهان ۱۶۰-۱۶۱	گرگ‌ها ۳۱۷، ۳۱۸	گوارش ۴۶، ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۵۸	زودمیر ۲۷۵
کیهان در حال انبساط ۱۶۲	گرم و سرد شدن زمین ۲۰۶	گوارش چربی‌ها ۳۶۰	شور رست ۲۷۴
کیهان و امواج ۹۹	گرما ۸۰، ۸۲، ۱۲۸، ۲۲۲	گوارش غذا ۳۵۹	کشاورزی ۲۷۸
	گرمایی نگاه کنید به هیدروترمال	گوجه‌فرنگی ۲۷۸	کلون شده ۲۷۸
	گرمادرمانی ۳۷۳	گودارد، رابرت ۱۸۸	کوهستانی ۲۷۴
	گرمای الکتریکی ۱۲۷	گودال دهانه‌ای نگاه کنید به دهانه‌های	گل‌دار (نهان‌دانگان) ۲۵۵، ۲۶۰
	گرمای تشعشعی آب ۸۳	برخوردی	گل‌دار ۲۶۵
	گرمای خورشید ۸۶، ۲۳۶	گودال، چین ۳۱۸	گوشت‌خوار ۲۷۱
	گرم شدن جهانی ۸۷	گور اسب ۲۹۱، ۳۲۶	گوشی ۲۷۵
	گرم شدن جهانی هوا ۲۲۷	گور اسب آفریقایی ۳۳۵	گیاهان بدون دانه ۲۶۰-۲۶۱
	گرم شدن کره‌ی زمین ۲۲۷	گورخرها ۲۹۱	مخروط‌دار ۲۶۴
	گرم شدن هوای زمین ۲۵۰	گوزن ۳۲۵	نهان دانه ۲۶۵
	گرونا ۲۱۷	گوزن قرمز ۳۰۷	و تغییرات اقلیمی ۲۶۹
	گروه ۱۸ جدول تناوبی ۳۷	گوزن‌های شمالی ۳۲۲	و حرکت آوندی ۴۱
	گروه بندی جانوران ۲۹۰	گوزن‌های یال‌دار ۳۱۰، ۳۲۶	و سوخت ۸۶
	گروه‌ها در جدول تناوبی ۲۷، ۲۶	گوسفند ۲۹۸	گیاه‌خواران ۳۱۲، ۳۱۳، ۳۲۶، ۳۳۱
	گروه‌های لنفی ۳۵۷	گوش بیرونی بزرگ ۱۰۰	گیتار اکوستیک ۱۰۵

ماه ۱۱۷، ۱۷۳، ۱۷۷، ۱۸۹، ۲۲۹
ماه و نور ۱۱۱
ماه گرفتگی ۱۷۷، ۱۱۱
ماه گرفتگی کامل ۱۷۷
ماه نورد ۱۹۰
ماهواره‌ها ۱۴۴، ۱۸۹، ۲۰۵
اسپوتنیک ۱۹۰
اسپوتنیک I ۱۸۹
اکسپلورر I ۱۷۶
طبیعی ۱۸۹
مخابراتی ۱۸۹
مصنوعی ۱۸۹
هواشناسی ۲۳۹
ماه‌ی ۲۸۶، ۲۸۶، ۳۰۰، ۳۲۰، ۳۲۸
آزاد ۳۲۲
استخوانی ۳۰۰
انگلر ۳۱۲
بدون آرواره ۲۲۱، ۳۰۰
پروانه ۳۰۷
چسبیده ۳۲۵
چیرولیدید ۳۳۰
خالداری ۳۲۵
خورک اروپایی-آسیایی ۳۰۳
دیل ۳۲۰
زره دار ۳۲۸
سیکلید ۳۱۰
نشدار ۳۰۰
نشدار آفریقایی ۳۰۰
غضروفی ۳۰۰
هر کب ۲۲۸
ماه‌چینه‌ها ۹۴، ۳۱۴، ۳۱۵، ۳۴۲، ۳۶۸
اسکلنی ۳۴۲، ۳۴۳
بدن ۳۴۲
بین‌دنده‌ای ۳۵۵
پیشانی ۳۴۲
توام ۳۴۲، ۳۴۳
چهارسر ۳۴۳
چهارسر ران ۳۴۲
حلقوی چشم ۳۴۲
خیاطه ۳۴۲
درشت‌نی ۳۴۲
درون حفری بینی ۳۱۹
دلنایی ۳۴۲
دو سر بازو ۳۴۲
دو سر ران ۳۴۳
دیفراگم ۳۵۵
راست بالایی ۳۴۹
راست کننده‌ی مو ۳۵۱
سینه‌ای کوچک ۳۴۲
شکم ۳۵۵
صاف ۳۴۳
قلب ۳۴۳، ۳۵۲، ۳۷۰
متقابل ۳۴۳
مخطط ۳۴۲
مزکی ۳۴۸
مستقیم میانی ۳۴۹
مورب خارجی ۳۴۲
مورب زیرین ۳۴۸
نازک‌نی ۳۴۲
ماهگیری ۳۰۳
مایت نگاه کنیده هیره
مایتنر، لیزه ۸۵
مایع ۹۴
مایع اسیدی ۳۲
مایع گوارشی ۳۵۸
مایع لث ۳۵۷
مایع مفصلی ۳۱۴
مایع هیدرولیک ۷۵

م

مات مونس ۱۷۵
ماتریکس ۱۲۰
مادر برد نگاه کنیده صفحه‌ی اصلی مدار
ماده ۱۰، ۱۶۰، ۱۶۲، ۱۶۳
انواع ۱۰
تعریف ۱۰
تغییر حالت ۱۶
چگالی ۱۰
زنده ۱۰
غیرزنده ۱۰
ماده‌ی آرام‌بخش ۲۷۹
ماده‌ی تاریک ۱۶۰، ۱۶۳
ماده‌ی زنده ۱۰
ماده‌ی سیال ۹۴
ماده‌ی سیاه نامرئی ۱۶۵
ماده‌ی ضدآتش ۴۹
ماده‌ی مرطوب‌کننده ۵۰
ماده‌ی نرم و پژواک ۱۰۷
مار زنگی ۳۰۲
مارتن پروانه‌ی مونارک ۳۲۳
مارپیچ دورشته‌ای DNA ۴۷، ۳۶۴
مارپیچ کهکشان ۱۶۱
مارگارین ۳۸
مارماهی مکنده‌لب ۳۰۰
مارمولک ۳۳۱
مارمولک پسوس ۷۴
مارها ۳۱۴، ۳۱۷، ۳۲۱
ماریا (دریا) ۱۷۷
مارینر ۱۹۸
ماسک سایه ۱۴۵
ماسور ۱۳۶
ماسه ۲۱۸، ۲۲۵
ماسه‌خاک ۲۲۴
ماسه‌سنگ ۲۱۸، ۲۴۸
ماسه‌های ساحلی ۲۲۲
ماسه‌ی کورانتز ۱۸
ماشین حساب ۱۴۱
ماشین حساب الکترونیکی ۱۴۰
ماشین حفاری ۷۹
ماشین آلات سنگین ۱۳۶
ماشین آلات و روان‌کاری ۶۸
ماشین‌ها ۸۸، ۸۹، ۹۱، ۹۲، ۱۵۴، ۱۵۶
کارآمد ۷۸
الکترونیکی ۱۴۸
الکتريکي ميکروسکوپي ۱۵۹
و قدرت ۷۹
و کار ۷۸
ماکرل ۲۲۸
ماکروفازها ۳۵۷
ماکيان سانان ۳۰۳
ماگما ۲۰۸، ۲۱۲، ۲۱۳، ۲۱۴، ۲۱۷، ۲۱۹
۲۳۰، ۲۳۱
مالاریا ۲۸۵
مالاریا و گیاه درمانی ۲۷۹
مالاکوستراکا ۲۹۶
مالدیو ۲۳۱
ماموت ۳۳۳
ماموت پشمالو ۳۳۰
ماموریت اسکای‌لب ۱۹۴
ماموریت فضایی STS-۱۰۱ ۱۹۳
ماموریت‌های بین‌سیاره‌ای ۱۹۸
ماموگرافی ۳۷۲
مانگرو ۲۹۶
مانیتور کامپیوتر نگاه کنیده صفحه
نمایش رایانه
ماوس ۱۴۹

لباس غواصی و فشار آب ۷۵
لباس فضانوردان ۱۹۲
لباس کوهنوردی ۵۸
لباس محافظ چندلایه‌ای فضانورد ۱۹۲
لباس و کربن ۴۹
لباس‌های آئروپنایمیک ۷۸
لباس‌های ضدآب ۵۳
لب‌ها ۳۵۰
لیه ۲۶۳
لنه ۳۵۸، ۳۶۸
لخته ۳۵۳
لختی نگاه کنیده اینرسی
لرزه‌شناسی ۲۱۰، ۲۱۱
لرزه‌نگار ۲۱۱
لرزه‌نگاشت ۲۱۱
لقاح ۳۰۸، ۳۰۹، ۳۶۲
لقاح خارج از بدن ۳۰۹
لک ۳۰۶، ۳۰۷
لکه‌های پوستی مادرزادی ۳۷۵
لکه‌های خورشیدی ۱۷۰، ۱۸۶
لکه‌ی بزرگ ۱۸۲
لکه‌ی پیر ۳۵۷
لکه‌ی قرمز بزرگ ۱۷۹
لکن صدمه دیده ۳۷۵
لکنجه ۳۶۱
لمس ۳۱۶
لمس و گیاهان ۲۷۲
لنز چشمی ۱۱۵، ۱۱۶
لنز نگاه کنیده عدسی
لنزهای تماسی ۱۱۵
لنفوسیت T ۳۷۱
لنفوسیت‌ها ۳۵۷
لنکر ۶۴
لوازم آرایش ۴۹، ۲۸۰
لوب چپ کبد ۳۶۰
لوبول‌ها ۳۶۰
لوبول‌های کبد ۳۶۰
لوبیا ۲۸۴
لوبیای بال‌دار ۲۷۶
لوبیای رونده ۲۶۳
لوزالمعده ۳۵۶، ۳۵۸
لوزه‌ها ۳۵۷
لوسمی حاد ۲۷۹
لوسیرایتور ۳۳۱
لوله‌های تنفسی و گیاهان دارویی ۲۷۹
لوله‌های ساختمانی و کربن ۴۹
لوله‌های هیدرولیک ۷۵
لوله‌ی تخمک‌بر ۳۶۲
لوله‌ی فالوپ نگاه کنیده لوله‌ی تخمک‌بر
لوله‌ی گوارش ۳۱۲، ۳۵۸
لوله‌ی گوش ۴۱۷
لومیر، آگوست ۱۲۰
له‌وریه، اوریاین ۱۸۲
لیبرشی، یان ۱۱۷
لیبلاکوفورا ۲۹۹
لیتوسفر ۲۰۷، ۲۰۸
لیزر ۱۱۲، ۱۰۹، ۱۴۶، ۳۷۴، ۳۷۵
لیزر و زلزله ۲۱۱
لیزر و سی‌دی ۱۰۸
لیسه‌ها ۲۹۹
لیکرا ۵۶
لیگنت ۲۴۹
لیگنین ۲۵۷
لینه، کارول ۲۵۴
لیون‌هوک، آنتونی‌وان ۲۸۵

گیتار برقی ۱۰۵
گیرنده‌های بو ۳۱۷
گیرنده‌های پوست ۳۵۰
گیرنده‌های حساس به لمس ۳۱۶
گیرنده‌های حسی ۳۴۶
گیرنده‌های حسی بو ۳۴۶
گیرنده‌های حسی چشایی ۳۴۶
گیرنده‌های حسی در شب ۳۱۶
گیرنده‌های حسی شنوایی ۳۴۷
گیرنده‌های حسی مزه ۳۴۶
گیرنده‌های شنوایی ۳۴۷
گیرنده‌های فشار لمس ۳۵۱
گیرنده‌های لمس ۳۵۱، ۳۵۰
گیرنده‌های نوری ۲۵۸، ۳۴۹
گیره‌ی فلزی ۱۲
گیگابایت ۱۴۸
گیلاس ۲۶۳
گیلبرت، ویلیام ۲۰۷
لئونوف، آلکسی ۱۹۳
لارو پروانه‌ها ۲۹۳
لاروها ۲۹۴، ۳۰۵
لاریکس‌ها ۲۶۴
لاستیک کامپوستی ۵۷
لاستیک ۱۳۰، ۱۴۲
لاستیک و فشار هوا ۷۴
لاک‌بشت‌پلنگی ۳۰۲
لاک‌بشت‌دریایی ۳۱۱
لاک‌بشت‌غول‌بیکر ۳۳۴
لاک‌بشت‌ها ۳۰۲
لاله‌ی گوش ۳۴۷
لام ۱۱۶
لام‌شیشه‌ای ۱۱۶
لامپ ۱۲۹
لامپ اشعه‌ی کاندید ۱۴۴، ۱۴۵
لامپ برق ۳۵
لامپ روشنایی ۱۲۹
لامپری ۳۰۰
لامپ‌های برق ۳۷
لامسه ۳۵۰
لامسه و دیگر حواس پوست ۳۴۵
لاوا نگاه کنیده گذاره
لاولاک، جیمز ۲۰۴
لاووازیه، آنتوان ۳۸
لاهار ۲۲۳
لایبنتس، گانفرید ۱۴۱
لایه‌های آهکی ۲۱۸
لایه‌های الکترونی ۲۷
لایه‌های پوست ۳۵۱
لایه‌های جنگل ۲۶۸
لایه‌های چین‌خورده (زمین) ۲۱۵
لایه‌های رسوبی ۲۱۵
لایه‌های طبیعی ۲۲۴
لایه‌های یخ ۲۴۵
لایه‌ی انتم‌های کربن ۴۴
لایه‌ی ازون ۲۰۴، ۲۳۴، ۲۳۵
لایه‌ی رس ۲۳۳
لایه‌ی زاینده ۳۵۱
لایه‌ی مخاطی ۳۴۸
لباس ۲۷۸
لباس ایمنی ۱۱، ۱۰
لباس پرواز فشاردار ۷۴
لباس چسبان ۵۶
لباس ضدسرما ۵۸
لباس غواصی دولایه ۷۵
لباس غواصی عمق‌های بالا ۷۵
لباس غواصی و اکسیژن ۳۹

ل

مایعات بدن ۳۶۱	مخلوطها ۱۸	مرکز کنترل شبکه‌ی برق ۱۳۱	مفصل ران ۳۴۰
مایعات تمیز کننده و pH ۳۳	جداسازی آن ۲۰	مرکز کنترل فضایی ۱۹۰	مفصل زانو ۳۴۰
مایکروبو کیهانی ۱۶۲	کاتی ۱۹	مرکز کنترل هیوستون تکزاس ۱۹۰	مفصل سینوویال ۳۱۴
مایلار ۵۲	کلوئیدی ۱۸	مرکز گرانث نگاه کننیدیه مرکز نقل ۲۳۹	مفصل شانه ۳۴۰
مایونز ۱۸	محلولاها ۱۹	مرکز هواشناسی ۲۳۹	مفصل گوی و کاسه‌ای ۳۱۴
مبادله‌ی الکترونی ۲۸	مخلوقات منقرض شده ۳۳۲	مرمر ۲۱۹	مفصل لگن پلاستیکی ۵۹
مبدل آنالوگ به دیجیتال ۱۴۰	مخمر ۲۸۲	مرمر و باران اسیدی ۳۲	مفصل لولایی ۳۱۴
مبدل برق ۱۳۵	مدار آنالوگ ۱۴۰	مرورگر ۱۵۳	مفصل مچ ۳۲۸
مبدل کاتالیزوری اتومبیل‌ها ۲۹	مدار الکترونی ۲۵	مری ۳۵۹، ۳۵۸	مفصل‌های با تحرک زیاد ۳۱۴
مبدل نگاه‌کننده ترانسفورمر	مدار الکتریکی ۱۳۰	مریخ ۱۹۸، ۱۹۹	مفصل‌های ثابت ۳۱۴
مبدل‌های ایستگاه‌های برق ۱۳۵	مدار بیضی کشیده ۱۸۹	مریخ نورد اسپریت ۱۹۹	مفصل‌های متحرک ۳۱۴
میلان ۲۸۰	مدار پلوتو ۱۷۲، ۱۸۳	مریستم ۲۵۷	مفصل‌های مصنوعی ۳۷۵
متابولیسم ۴۶	مدار رأس‌الجدی ۲۰۵، ۲۳۶	مزارع غرقابی ۲۷۶	مقامات کلیسای کاتولیک و گالیله ۱۸۶
متان ۲۵۰، ۲۳۴، ۱۹۸، ۱۸۲، ۱۸۱، ۶۰، ۵۱، ۴۸	مدار رأس‌السرطان ۲۰۵، ۲۳۶	مزوژئیک ۳۳۰	مقاومت ۱۲، ۱۳، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۸، ۱۳۹
متخصصین صدا ۱۲۰	مدار زمین هم‌گرد ۱۸۹	مزوسفر ۲۳۴، ۲۳۵	مقاومت آب ۷۸
منه‌های هوای فشرده ۷۴	مدار سری ۱۲۸	مژک ۳۴۶	مقاومت برابر آب ۲۹۲
منانه ۳۶۲، ۳۶۱	مدار سیارات ۱۷۳	مس ۲۴، ۲۷، ۳۴، ۳۵، ۵۹، ۱۲۷، ۱۳۰	مقاومت متکی به نور (LDR) ۱۳۹
مجاری نیم‌دایره‌ی گوش ۳۴۷	مدار قطبی ۱۸۹	۱۳۴، ۱۳۸، ۱۴۲، ۱۴۶، ۲۱۶	مقاومت و کار ۱۲۹
مجرای اسپرم ۳۶۲	مدار قطبی زمین ۱۸۹	مسکن ۲۷۹	مقاومت هوا ۶۸، ۷۱، ۷۸، ۸۱، ۹۶
مجرای خروج ادرار ۳۶۲	مدار ماهواره‌ی ثابت مکان ۱۸۹	مسواک‌زدن ۳۶۸	مقایسه‌ی حجم سیارات
مجرای دفع ادرار ۳۶۱	مدار مجتمع ۱۴۲	مسیر پرونده در وب ۱۵۳	اوراتوس و زمین ۱۸۱
مجرای شنوایی ۳۴۷	مدار موازی ۱۲۸	مسیر رود ۲۳۲	پلوتو و زمین ۱۸۳
مجرای صفراوی ۳۶۰	مدار نپتون ۱۸۳	مسیر عبور هوا در شش‌ها ۳۵۴	زحل و زمین ۱۸۰
مجسمه سازی و سنگ ۲۱۹	مدار نزدیک به زمین ۱۸۹	مسیرسازها ۱۵۲	زهرة و زمین ۱۷۵
مجسمه‌ها و باران اسیدی ۳۲	مدارگرد ۱۹۱	مسیرهای حرکت ذرات ۲۴	ماه و زمین ۱۷۷
مجسمه‌های آزمون تصادف ۶۷	مدارگرد بالدار ۱۹۱	مسیریابی از راه بینایی ۳۱۷	مریخ و زمین ۱۷۸
مجموعه‌ی تلسکوپی (آرایه‌ی بزرگ) ۱۸۷	مدارها ۱۲۸، ۱۸۹	مشاوره‌های روانی ۲۷۳	مشتی و زمین ۱۷۹
مچ دست ۳۶۶	مدارهای الکترونیکی ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۴۰، ۱۴۸	مشاهده‌گر خورشیدسوها (SOHO) ۱۹۶	نپتون و زمین ۱۸۲
محافظ پلاستیک ۱۴۲	مدارهای دنباله‌دارها ۱۸۵	مشاهده‌ی رنگ ۱۲۳	مقطع پال هواپیما ۹۶
محافظت از یخ‌زدگی گیاهان ۲۶۹	مدارهای دیجیتال الکترونیکی ۱۴۰	مستری ۱۶۱، ۱۷۲، ۱۷۳، ۱۷۹، ۱۹۸	مقعد ۲۹۵، ۳۵۸
محافظت در برابر میکروب‌ها ۳۳۸	مدارهای زمین ۱۸۹	مشخص کردن مرزهای قلمروی جانور ۳۱۸	مقیاس‌ها
محصولات دستکاری شده‌ی ژنی ۲۷۸	مدارهای صوتی ۱۴۹	مشمیه ۳۴۹	pH ۳۲-۳۳
محافظت در برابر جانوران گیاه‌خوار ۲۷۴	مدارهای ماهواره‌ها ۱۸۹	مضاح ساختمانی ۵۵، ۲۴۸، ۲۴۹	بوفورت ۲۴۰
محفظه‌ی احتراق ۱۸۸، ۱۵۷	مدارهای مریخ و مشتري ۱۸۴	مصرف دارو ۳۷۰	دما ۸۰
محلولاها ۱۹	مدارهای منطقی ۱۴۰، ۱۴۱	مصرف سوخت ۱۸۸	ریشتر ۲۱۱
جامد ۱۹	مدارهای منظومه‌ی شمسی ۱۷۲	مصرف کننده‌ی دوم ۳۲۷	سختی ۱۳
جامد در مایع ۱۹	مدفوع ۳۵۸، ۳۰۷	مصرف کننده‌ی سوم ۳۲۷	مر کالی ۲۱۱
گاز در گاز ۱۹	مدل قاب-سیم (اتود) ۱۲۱	مصری‌ها و صورت فلکی ۱۶۷	موهس ۲۱۶
گازی ۱۹	مدل سازی رایانه‌ای ۵۱	مطالعه‌ی وضع هوا ۲۳۹	مکان‌یاب یک‌شکل (URL) ۱۵۳
مایع در مایع ۱۹	مدول بازگرداننده ۱۹۰	معادله‌ی دریک ۲۰۱	مکالمات تلفنی بین‌المللی ۱۸۹
محل‌های زلزله‌خیز ۲۱۰	مدول زاریای روس‌ها ۱۹۵	معادن روباز ۲۴۹	مکانیسم تنظیم خودکار ۱۱۹
محور ۲۰۴، ۲۰۵	مدول سایوز ۱۹۰	معادن زیرزمینی ۲۴۹	مکزیک ۲۲۳، ۲۲۴
محور اتومبیل ۸۹	مدول مانه‌شین ۱۹۰	معادن کم عمق ۲۴۹	مکزیکوسی ۹۹
محور چرخش زمین و فصل‌ها ۲۳۷	مدول مرکزی میر ۱۹۴	معاینه‌های بدن ۳۷۳	مکانیات ۱۴۸
محور زمین ۲۰۵	مراسم جفت‌طلبی ۳۰۶	معاینه‌های پزشکی منظم ۳۶۸، ۳۷۲	مگس ۲۶۷
محیط‌زیست ۲۴۹	مراقبت از بدن ۳۵۷	معاینه‌های پزشکی ۳۷۲	مگس امید ۳۰۹
محیط‌زیست و آلودگی ۲۵۰	مراقبت از دندان‌ها و لثه ۳۶۸	معاینه‌ی پزشکی فضایی ۱۹۳	مگس‌ها و جذب گل‌ها ۲۷۰
محیط‌شناس ۲۰۴	مراقبت والدین از نوزادان ۳۱۰	معاینه‌ی دکل‌های نفتی ۱۵۴	مگنتوسفر ۱۷۶، ۲۰۶، ۲۰۷
مخ ۳۳۹، ۳۴۴، ۳۵۰	مرجان‌ها ۲۲۸، ۲۴۷، ۲۹۴، ۳۰۹، ۳۲۵	معادن ۲۴۸	مگنتیت ۱۳۲
مخابرات ۱۴۷	مرجان‌های قارچی ۲۹۴	معادن طلا ۲۴۹	مگنومیر نگاه‌کننده مغناطیس سنج
مخابرات راه دور ۱۴۶-۱۴۷	مردمک چشم ۳۴۸	معادن کای ۲۴۹، ۲۴۸	ملا تونین ۳۵۶
مخابرات همراه ۱۴۷	مردمک چشم‌های روپات ۱۵۶	معده ۳۵۸، ۳۵۹	ملاج ۳۶۶
مخازن سوخت ۹۷	مرز آنکه ۱۸۰	معماری بتنی ۵۵	ملاقات فضایی ۱۹۰
مخاط ۳۴۶	مرز کاسینی ۱۸۰	معماری شیشه‌ای ۵۴	ملتحمة ۳۴۸
مخترعین ۱۱۸	مرزهای قلمروی جانوران ۳۲۴	مغز ۳۳۸، ۳۴۴، ۳۷۰، ۳۷۴	ملخ آنروفیلی ۹۷
انگلیسی ۱۱۸	مرغ شهدخوار ۲۶۶	مغز استخوان ۳۴۰	ملخ جیرجیر کننده ۳۱۹
جبر ۱۴۱	مرفین ۲۷۹	مغز دندان ۳۵۸	ملخ جویی ۹۷
دمانج کوره ۵۵	مرکبات و اسیدها ۳۲	مغز قرمز استخوان ۳۱۴	ملخ هواپیما ۹۷
روپات کیسمت ۱۵۶	مرکز بیرونی زلزله ۲۱۰	مغزی مداد ۴۴	ملکول‌ها ۲۸، ۳۰، ۱۱۶
مخچه ۳۳۹	مرکز تأمین خدمات اینترنتی (ISP) ۱۵۲	مغناطیس ۱۰۸، ۱۳۲، ۱۴۳	آب ۴۰
مخروط ۲۶۴، ۲۶۲	مرکز نقل ۷۲	مغناطیس سبهر نگاه‌کننده مگنتوسفر	آب در حالت جامد ۴۱
مخروط سپری ۲۱۲	مرکز درونی (کانون) زلزله ۲۱۰	مغناطیس سنج ۱۳۳، ۱۹۷	آب در حالت مایع ۴۱
مخروط گنبدی ۲۱۲	مرکز دُوران ۶۴	مغناطیس‌های الکتریکی ۱۳۰	بنزن ۴۸
مخروط مرکب ۲۱۲	مرکز شبکه‌ی منطقه‌ای ۱۵۰	مفاصل فنر وار دست ۱۵۶	پوتان ۴۸
مخروط‌دار ۲۶۴، ۲۶۲	مرکز فضایی کندی ۱۹۱	مفصل ۳۱۵، ۳۴۰، ۳۴۱	پروتئین ۴۶
مخروط‌داران ۲۴۶، ۲۴۸، ۲۶۹	مرکز کنترل اعمال بدن ۳۴۴	مفصل آرنج ۳۱۴، ۳۲۸	بلیمر ۲۸
مخروط‌های نو و ماده ۲۶۴	مرکز کنترل پروازهای فضایی ناسا ۱۹۷	مفصل استخوان آرواره ۳۴۰	زنجیره ای ۵۲
		مفصل پلاستیکی ۵۹	ساده ۵۳

مولکول‌ها(بقیه)	مواد آرایشی ۲۷۹	موج اصلی ۱۰۴	مویبرگ‌ها ۳۵۳، ۳۵۴
گلوکز ۴۶	مواد آلاینده و سوخت فسیلی ۸۷	موج اولیه‌ی زلزله ۹۹	مه ۱۵، ۴۲، ۲۴۳
متان ۴۸	مواد آلی ۲۸۲، ۲۲۴	موج ای ام ۱۴۳	مهاجرت ۳۲۲
مرکب ۲۸	مواد اعتیادآور ۳۶۹	موج تراکمی ۹۸	مهاجرت گوزن شمالی ۳۲۲
مونومر ۵۹	مواد بازیافتی ۶۰	موج تلفیق یافته‌ی رادیویی ۱۴۳	مته‌باز ۱۱۱
هوا ۷۴	مواد پتروشیمی ۵۱	موج توفانی ۲۴۱	مهدود ۲۵۰
ملکه ۳۲۴	مواد پلاستیکی مقاوم ۵۳	موج ثانویه‌ی زلزله ۹۹	مه‌ره ۳۱۵
میان ۶۴	مواد تنظیم‌کننده‌ی رشد گیاهان ۲۷۳	موج خمشی ۹۸	مه‌رمداران ۳۱۵، ۲۹۱
منابع آبی ۲۴۸	مواد جدید ۵۸	موج رادیویی ۱۴۳	مه‌رمداران خشکی ۳۲۸
منابع انرژی ۸۶	مواد جذب‌کننده‌ی نور ۳۴۹	موج صدا ۱۴۰	مه‌ره‌های پشت ۳۴۰
منابع انرژی تجدیدپذیر ۲۵۱	مواد خوراکی و اسیدی ۳۲	موج طولی ۹۸	مه‌ره‌های سینه ۳۴۰
منابع تجدیدپذیر ۱۳۱	مواد دارویی ۲۷۹	موج کوتاه ۱۴۳	مه‌ره‌های کمر ۳۴۰
منابع زمین ۲۴۸	مواد دفعی ۳۳۸	موج‌ساز ۱۰۰	مه‌ره‌های گردن ۳۴۰
منابع طبیعی زمین ۲۴۸	مواد رسوبی ۲۲۰، ۲۱۷	موجودات افسانه‌ای و صورت‌فلکی ۱۶۷	مه‌ره‌ی غضروفی ۳۱۵
منابع کیمیا ۲۵۱	مواد زاید ۲۵۰	موجودات تک‌سلولی ۲۸۴، ۲۸۵	مه‌گرماهی ۱۱۴
مناطق آب و هوایی ۲۳۶	مواد زاید بدن ۳۳۸	موجودات دریایی ۱۱۱، ۲۲۸	مهندس آمریکایی ۱۴۲، ۱۵۱
مناطق آنتی سایکلون ۲۳۵	مواد سمی ۶۰، ۲۸۷، ۳۷۱	موجودات دریایی و سنگ آهک ۳۳	مهندسی برق ۱۳۰، ۱۵۶
مناطق استوا ۲۴۶	مواد سمی خون ۳۶۰	موج‌ها و فرسایش ۲۲۲	میانبرگ اسفنجی ۲۵۶
مناطق استوایی ۲۳۶، ۲۳۸، ۲۴۴، ۲۴۷، ۲۸۷	مواد سنگی ۲۲۵	موجین و اهرم ۸۸	میانگین دما ۲۳۶
۳۲۵	مواد شیمیایی ۵۰، ۵۲، ۵۶، ۲۲۴، ۲۳۴	مورچه‌ها ۳۱۷	میتوکندری ۲۹۳، ۳۳۹
مناطق بایر ۲۳۳	۲۴۹، ۲۷۳، ۲۷۷	مورچه‌ی برگ‌خوار ۷۸	میدان متحرک مغناطیسی ۱۳۴
مناطق بیش از حد شور و گیاهان ۲۷۴	آلی ۴۹	مورچه‌ی ظرف عسل ۳۱۳	میدان مغناطیسی ۱۳۲، ۱۳۳، ۱۳۴، ۱۳۵
مناطق پرفشار ۲۳۵، ۲۴۰	زین‌بار ۳۳	مورولا ۳۶۳	میدان مغناطیسی معکوس ۱۳۷
مناطق زلزله‌خیز زمین ۲۱۰	سمی ۲۵۰	مورینه‌ها ۳۲۴	میر ۱۹۴
مناطق ساحلی ۲۴۰، ۲۴۴	ضدخیز در گیاهان ۲۶۹	موریلو ۳۱۹	میراندا ۱۸۱
مناطق سکون استوایی ۲۴۰	فرساینده ۳۳	موزه‌ی گانهایم و بتن ۵۵	میرکات‌ها ۳۲۴
مناطق قطبی ۲۲۶، ۲۳۴، ۲۳۶، ۲۴۶، ۳۰۳	و گیاهان ۲۷۲	موسسه‌ی توسعه‌ی هوانوردی و فضایی ژاپن (NASDA) ۱۹۵	میز صداپردازی ۱۰۸
مناطق کم‌فشار ۲۳۵، ۲۴۰	مواد غذایی ۳۲۷، ۳۵۶، ۳۵۸، ۳۶۹	مؤسسه‌ی فناوری ماساچوست (MIT) ۱۵۶	میزان بارداری ۲۳۶
مناطق مدیترانه‌ای ۲۳۶	پروتئینی ۳۶۹	موسل‌ها ۲۹۹	میزان بارداری ۲۳۶
مناطق مرطوب گرمسیری ۲۶۹	غنی ۳۶۹	موسیقی ۱۰۴	میزبان گیاهان ۲۷۰
مناطق معتدل ۲۶۹	معدنی ۲۸۷	موسیقی راک و صدا ۱۰۲	میزبان مالاریا ۲۸۵
مناطق نیمه‌استوایی ۲۳۶	مواد فلزی ۱۲	موسیقی و صدا ۱۰۲	میزراه ۳۶۱
منافذ غده‌های معده ۳۵۹	مواد کامپوزیتی ۵۷	موسیقیدان ۱۰۴	میس ۱۶۷
منبع نور ۱۱۰، ۱۱۱	مواد کش‌سان ۱۲	موش خرمن ۲۹۰	مسیلیوم ۲۸۲
منجنیق و انرژی ۷۶	مواد گیاهی ۳۶۹	موش قیل ۳۳۰	میکروالکترونیک ۱۴۲
منحنی‌های هم‌فشار ۲۳۹	مواد محافظ در مقابل گرما ۵۲	موش و صدا ۱۰۳	میکروسکوپ ۱۱۶
مندلیف، دیمتری ۲۶	مواد مخدر ۳۶۹	موشک‌ها ۱۸۸	میکروموج نگاه‌کننده‌ی مایکروویو ۲۱۸، ۱۹
منشأ عناصر ۲۲	مواد مذاب باردار ۱۳۳	موشک بوستر ۱۸۸	میکانیست ۲۱۶
منشور شیشه‌ای ۱۲۲	مواد مصنوعی ۵۷	موشک تقویت‌کننده ۱۹۱	میکروالکترونیک ۱۴۵
منطقه ۱۷۹	مواد معدنی ۲۴۹، ۲۲۸، ۲۵۶	موشک چندمرحله‌ای ۱۸۸	میکروپ‌ها ۳۵۱، ۳۵۷، ۳۶۸، ۳۷۱
منطقه‌البروج ۱۸۶	۲۵۷، ۲۵۹، ۲۶۱، ۳۶۹	موشک روسی سایوز ۱۸۸	میکروپوریت ۲۱۹
منطقه‌های اقیانوسی ۲۲۸	مواد مغناطیسی ۱۳۲	موشک ساترن ۱۸۸	میکروسکوپ ۳۷۵
منطقه‌ی استوا ۸۲، ۲۳۱	مواد مقاوم ۱۳	موشک ساترن ۱۸۸	میکروسکوپ آپتیکال نگاه‌کننده‌ی میکروسکوپ نوری
منطقه‌ی دید ۳۴۹	مواد منفجره ۲۹، ۴۲، ۴۳	موشک سایوز ۱۸۸	میکروسکوپ الکترونی ۱۱۶
منطقه‌ی زیستی ۲۰۴	مواد هوشمند ۵۸، ۵۹	موشک ماه‌نشین ۱۸۸	میکروسکوپ الکترونی فراگذر (TEM) ۲۸۵
منطقه‌ی ساحلی ۲۲۸	موارد اضطرابی و ارتباطات ۱۴۷	موشک‌های بدون سرنشین ۱۹۴	میکروسکوپ نوری ۱۱۶، ۲۸۵
منطقه‌ی سایه‌ی کامل (اومبرا) ۱۷۱	موبایل نگاه‌کننده‌ی تلفن همراه ۱۳۶، ۹۲	موشک‌های جلوبرنده ۱۹۰	میکروسکوپ و بازتاب ۱۱۳
منطقه‌ی عمیق اقیانوس‌ها ۲۲۸	موتور ۹۲	موشک‌های ماه‌نشین ساترن ۵ (پنج) ۱۹۱	میکروفیبریل ۳۴۲
منطقه‌ی قطب جنوب ۸۰	موتور اتومبیل ۹۲	موش‌واره نگاه‌کننده‌ی ماس	میکماتیت ۲۱۹
منطقه‌ی مغاک اقیانوس‌ها ۲۲۸	موتور الکتریکی ۱۳۴، ۹۳	موش‌های زمستان خواب ۳۲۳	میگوها ۲۹۶
منطقه‌ی نورگیر اقیانوس ۲۲۸	موتور بنزینی ۹۳	موکوس ۳۵۹	میگوها و زیست‌تایی ۱۱۱
منطقه‌ی نیم‌سایه (پنومبرا) ۱۷۱	موتور توربوچت ۹۲	مولد جریان متناوب ۱۳۷	میگوی معمولی ۲۹۶
منطقه‌ی همرفت خورشید ۱۷۱	موتور جت ۹۷	مولکول DNA ۳۶۵، ۳۶۴	میل دامک ۹۲
منطقه‌ی یخ‌زده‌ی زمین ۴۰	موتور جریان مستقیم ۱۳۶	مولکول ۳۷۳	میل فرمان ۸۹
منظره‌ی کارست ۲۲۳	موتور جست‌وجو ۱۵۳	مولکول اسید چرب ۳۷۰	میل گاردان ۸۹
منظومه‌ی شمسی ۱۶۰، ۱۶۳، ۱۷۰-۱۸۵	موتور معمولی ۹۷	مولکول پروتئین ۳۷۰	میله ۲۶۵
۱۷۲	موتور مینیاتوری ۱۵۷	مولکول کلسترول ۳۷۰	میلی‌بار ۲۳۵
منفذ عرق ۳۵۱	موتور هواپیما ۱۰۱	مولکول‌های بو ۳۴۶	میمون کاپوچین ۳۲۵
منفذ غده‌ی پیاز مو ۳۶۷	موتور هواپیمای جت ۹۲	مولیدنوم ۳۵	میناها ۲۶۵، ۳۵۸
منفذهای هیدروترمال ۲۳۰	موتورسیکلت ۹۲	موتسرا ۲۱۳	مینتاکا ۱۶۷
منقار ۳۰۳، ۳۳۱	موتورسیکلت و سرعت‌برداری ۷۱	مونرا ۲۵۴، ۲۸۴	
منقار مسطح و بهن ۳۳۱	موتورهای الکتریکی ۱۳۶	مونو اکسیدکربن ۲۵۰	
منگنز ۲۷، ۱۵۵، ۳۷۱	موتورهای درون‌شهری ۹۳	مونومر ۵۳، ۴۷	
مو ۳۳۸	موتورهای دیزلی ۹۳	موها ۳۵۱	
موتوری تریوم ۳۲۸	موتورهای گازوئیلی ۹۳	موهای سبیل و حواس ۳۱۶	
مواد آبرفتی ۲۱۸، ۲۲۲	موتورهای میکروسکوپی ۱۵۷	موهای صورت ۳۶۷	
مواد آتش‌فشان ۲۳۰	موج P ۹۹	موهو ۲۰۶	
مواد آتش‌فشان و حاصلخیزی زمین ۲۱۳	موج ۹۸	موهوروورچچ، آندریا ۲۰۶	

نی ۱۰۴	نگرانی‌ها ۳۷۳	نروژ ۲۳۷، ۲۴۶	میوتوم ۳۰۰
نیس، ژوزف ۱۱۸	نگه‌دارنده‌ی آهنی ۱۳۲	نزدیک‌بینی ۱۱۵	میوفیلانت ۳۴۲
نیرات‌ها ۴۲، ۴۳، ۲۷۱، ۲۷۷، ۲۸۴	نگه‌داری غذاها ۲۸۴	نسبیت ۷۳	میوه‌ها ۲۶۲، ۲۶۳، ۳۶۹
نیتروزن ۴۲، ۴۳، ۱۳۹، ۱۷۶، ۱۸۲، ۱۹۸	نماتود دریایی ۲۹۵	نسیم روز ۲۴۰	آبدار ۲۶۳
۲۸۴، ۲۷۱، ۲۳۴، ۲۰۴	نماتودها ۲۹۵	نسیم ساحلی ۲۴۰	پرواز کنند ۲۶۲
نیتروزن مایع ۴۲	نماد (لوگو) ۱۵۳	نسیم شب ۲۴۰	خشک ۲۶۳
نیتریت‌ها ۴۳	نماد عناصر شیمیایی ۲۶	نسیم‌های دریا و خشکی ۲۴۰	سرباز ۲۶۳
نیرو ۶۴-۶۵، ۷۶، ۷۸، ۷۹، ۹۰، ۹۶	نمادهای اجزای مدارهای الکتریکی ۱۳۸	نسیم‌های دریایی ۸۲	شب‌رنگی ۲۶۳
نیرو و حرکت ۷۱	نمایش الکتریکی ۱۲۷	نشانه‌گذاری برای جفت‌یابی ۳۰۷	شفت ۲۶۳
نیروگاه بادی ۸۷، ۱۳۷	نمایش جفت‌طلبی ۳۰۷	نشانه‌گذاری قلمرو ۳۱۷	کاذب ۲۶۳
نیروگاه برق ۸۶	نمایش نور لیزر ۱۱۲	نشانه‌گذاری محدوده‌ی قلمرو ۳۱۹	
نیروگاه خورشیدی ۱۳۱	نمایشگر ۱۴۸	نشانه‌گذاری مرزهای قلمرو ۳۲۴	
نیروگاه زمین گرمایی ۸۷	نمایشگر آندوسکوپ ۳۷۵	نشت مواد نفتی از تفت‌کش‌ها ۲۵۰	
نیروگاه هسته‌ای ۸۵، ۸۶	نمایشگر دیجیتال ۷۳	نشیمگاه ۳۴۰	
نیروگاه‌ها ۱۳۱، ۲۵۰	نمایشگر رنگی کریستال مایع (LCD) ۱۴۵	نقطه‌ی رادیواکتیو خورشید ۱۷۱	
نیروگاه‌ها و پیش‌بینی وضع هوا ۲۳۹	نمایشگر کریستال مایع (LCD) ۱۴۴	نظریه‌ی پوسته‌ی الکترونی ۲۴	
نیروهای بازدارنده ۶۶	نمایشگر کریستال مایع تصویری ۱۴۷	نظریه‌ی تکامل از طریق انتخاب طبیعی ۳۲۹	
نیروهای بین‌ملکولی ۷۶	نمایش‌های نوری ۱۱۲	نظریه‌ی جابه‌جایی قاره‌ها ۲۰۹	
نیروهای کیهانی ۱۶۱	نمک ۵۰	نظریه‌ی خورشید مرکزی کوپرنیک ۱۸۶	
نیروی اتم ۲۵	نمک طعام (کلرید سدیم) ۳۷	نظریه‌ی زمین مرکزی بطلمیوس ۱۸۶	
نیروی الکتریکی ۱۳۹	نمک‌زارها ۲۷۵	نظریه‌ی زمین ساخت ورقی ۲۰۸	
نیروی الکترومغناطیس ۲۵	نمک‌زارها و گیاهان ۲۷۴	نظریه‌ی کامل گرانش ۶۶	
نیروی الکتریسیته ۱۳۶	نمو ۳۶۶	نظریه‌ی گایا ۲۰۴	
نیروی برآیی ۹۶، ۹۷	نمودار مدار حاوی مقاومت ۱۲۹	نظریه‌ی نسبیت اینشتین ۷۳	
نیروی برهم ۶۵، ۶۶	نمودار مدار سری ۱۲۸	نفت ۸۶، ۲۴۹، ۲۵۱	
نیروی پسا ۹۶	نمودار مدار موازی ۱۲۸	نفت خام ۱۴، ۴۴، ۵۱، ۸۶، ۱۳۱، ۲۸۰	
نیروی پسی آب و لباس ۵۶	نمونه‌برداری ۱۰۹	نفت خانگی ۸۶	
نیروی جاذبه نگاه کنید نیروی گرانش	نمونه‌سازی ۱۴۰	نفتا ۵۱	
نیروی جفت-جرخ ۹۱	نواختن موسیقی و صدا ۱۰۴	نفران ۳۶۱	
نیروی دورانی ۶۴، ۶۵	نوار صوتی ۱۰۸	نفس نفس زدن و گرما ۸۲	
نیروی رانش ۹۵، ۹۷	نوار کاست ۱۰۸	نفوذپذیری مغناطیسی ۱۳۲	
نیروی روبه مرکز ۷۱	نوار کش‌سان ۷۶	نقاب کلاه ایمنی ۱۱	
نیروی سقوط ۷۲	نوترون‌ها ۲۴، ۸۵، ۱۶۲	نقاب کلاه فضانورد ۲۷	
نیروی شناوری ۹۵	نوترینوها ۱۷۱	نقاش فرانسوی ۱۱۸	
نیروی فشار ۷۴	نور ۶۶، ۸۶، ۱۱۰، ۱۱۱، ۱۱۲، ۱۱۴، ۱۱۶	نقاط کم‌فشار ۲۳۸	
نیروی کشش ۹۴	۱۲۲، ۱۲۸، ۱۳۸، ۱۳۹، ۱۴۴، ۱۴۶	نقاط مغناطیسی ۱۴۸	
نیروی گرانش ۶۴، ۶۹، ۷۰، ۷۳، ۷۸، ۹۶	۲۸۷، ۲۷۲، ۲۵۴	نقرس ۲۷۹	
۱۸۹، ۲۰۶، ۲۲۶، ۲۲۹	نور آفتاب ۱۲۲	نقره ۲۷، ۲۷، ۵۹، ۱۱۸، ۱۱۹	
نیروی گرانش برف ۷۶	نور پلاریزه (قطبی شده) ۲۱۶	نقره ماهی ۲۹۷	
نیروی گرانش بین اجسام ۷۲	نور خورشید ۷۶، ۹۳، ۱۱۱، ۱۱۳، ۱۳۱	نقش زن‌ها در بیماری‌ها ۳۷۶	
نیروی گرانش بین کیهانی ۷۲	۲۵۸، ۲۸۲، ۲۸۶، ۳۱۲	نقش‌پذیری ۳۱۰	
نیروی گرانش کهکشان‌ها ۱۶۵	نور رنگی ۱۲۲	نقشه ۱۴۷	
نیروی گرانش ماه ۱۷۷	نور سفید ۱۲۲	نقشه‌برداری از بستر اقیانوس ۲۲۳۰	
نیروی ماهیچه ۷۸	نور شدید ۲۵۰	نقشه‌برداری از سطح زهره ۱۷۵	
نیروی متعادل کننده ۶۵	نور فرابنفش ۱۴۲، ۱۷۰	نقشه‌برداری از سطح مریخ ۱۹۹	
نیروی محرکه‌ی جت ۳۱۴	نور فروسرخ ۱۳۹	نقشه‌ی رایانه‌ای ۲۳۰	
نیروی مرکب نگاه کنید نیروی برهم	نور مرئی ۲۰۴، ۱۹۷	نقشه‌ی زمین‌شناسی ۲۲۰	
نیروی معکوس ۱۸۸	نور معمولی خورشید ۱۹۶	نقشه‌ی ژنی ۳۶۵	
نیروی مکانیکی ۹۲، ۱۳۶	نور موج ۱۱۰	نقشه‌ی کامپیوتری نگاه کنید نقشه‌ی	
نیروی مکش ۲۵۹	نورپردازی ۱۲۱	رایانه‌ای	
نیروی همگری ملکولی ۱۴	نورد فولاد ۶۰	نقشه‌ی کروموزومی ۳۶۵	
نیروی هیدرولیک ۷۵	نوردها ۳۳۹، ۳۴۴	نقشه‌ی گرمایی ۱۷۴	
نیش ۲۹۸	نورهای مشتری ۱۷۹	نقشه‌ی هواشناسی ۲۳۹، ۲۳۵	
نیش سمی ۲۹۸، ۳۰۲، ۳۱۳، ۳۲۱	نوزاد دختر ۳۶۲	نقطه‌ی ذوب ۱۷	
نیش عقرب ۲۹۸	نوزاد سنجاکف ۲۹۷	نقطه‌های چشمی ۲۹۵	
نیکل ۱۷۶، ۲۰۶	نوزاد قورباغه ۳۰۵	نقطه‌های رنگ ۱۲۳	
نیلوفر آبی آبی زرد ۲۷۴	نوزاد کرمی‌شکل ۳۰۵، ۳۱۰	نقطه‌ی انجماد ۸۰	
نیم بالان ۲۹۷	نوزاد کرمی شکل حشره ۲۵۴	نقطه‌ی جوش آب ۴۱، ۸۰	
نیم‌سایه ۱۱۱	نوزاد و امواج فراصوت ۱۰۳	نقطه‌ی ذوب ۱۶	
نیمف ۲۹۷	نوشابه‌های گازدار ۱۹	بلی پروبیلین ۵۳	
نیمکره‌های مخ ۳۴۴	نوک انگشتان ۳۵۰	تنگستن ۳۵	
نیمکره‌ی جنوبی ۱۶۷، ۲۰۵، ۲۳۷	نوکتیلوکاسیتیلانز ۲۸۷	جیوه ۳۴	
نیمکره‌ی شمالی ۱۶۷، ۲۰۵، ۲۳۷	نونادو ۹۳	طلا ۳۴	
نیمکره‌ی شمالی زهره ۱۷۵	نویس، رابرت ۱۴۲	نقطه‌ی کور ۳۴۹	
نیمه‌رسانا ۳۶	نهانداگان ۲۶۲	نکشیدن سیگار ۳۷۲	
نیوتون ۶۴	نهنگ ۱۰۱	نگانیو ۱۱۸	
نیوتون متر ۶۴، ۹۰	نهنگ و شنوایی ۱۰۳	نگانیو رنگی ۱۱۹	
نیوتون، ایزاک ۶۴، ۶۶		نگانیو سیاه و سفید ۱۱۹	
نیوزیلند ۳۰۳			
نیومتر ۶۴			

۹ وایاشی آلفایی نگاه کنیده زوال آلفا
وایاشی بتایی نگاه کنیده زوال بتا
واحد اندازه گیری
دسیبل (dB) ۱۰۲
دما ۸۰
ژول ۷۹.۷۸
سرعت متر بر ثانیه (mps) ۷۰
کیلوگرم ۷۲
میلی بار ۲۳۵
نیوتن ۷۹
هرتس ۹۸
واحد های تصفیه کننده ی خون ۳۶۱
واحد های مصری ۲۳۳
وارونه شدن نقش جانوران ۳۰۸
واکسیناسیون ۳۶۸
واکنش ایمنی ۳۵۷
واکنش فراساختی نگاه کنیده واکنش
آتابولیک
واکنش فروساختی نگاه کنیده واکنش
کاتابولیک
واکنش های شیمیایی ۳۰
واکسیناسیون سفر ۳۷۲
واکنش به نور در گیاهان ۲۷۲
واکنش زنجیره ای ۸۵
واکنش شیمیایی به نور ۳۴۹
واکنش شیمیایی معکوس ۳۱
واکنش های آتابولیک ۴۶، ۴۷
واکنش های شیمیایی ۲۹، ۳۱، ۴۸، ۵۰، ۵۱، ۷۷، ۱۱۹، ۲۳۳، ۳۶۵
واکنش های کاتابولیک ۴۶، ۴۷
واکنش های هسته ای ۸۶، ۱۶۶، ۱۶۸
واکنش های هسته ای هم جوشی ۱۶۸
واکنش های هم جوشی هسته ای ۱۱۱
واکوتل ۲۵۶
وال آبی ۲۹۱
والس ماریتوس ۱۷۸
وال ها ۳۱۲
وال های بالین ۲۹۶
وایلد (دو) ۵۸
وب جهانی ۱۵۲، ۱۵۳
وب سایت ۱۵۲
وبا ۳۷۱
وجود، جوسیا ۵۵
ودستون ۱۳۲
ورانت ۳۶۴، ۳۶۵، ۳۷۰
ورزش ۳۶۸، ۳۷۲
ورزش طناب کشی ۶۴
ورزش منظم ۳۷۰
ورزش نکردن ۳۷۰
ورزش کردن ۴۷
ورزش های آتروپیک (هوازی) ۳۶۸
ورزش های سبک ۳۶۸
ورزش های موثر در تناسب اندام ۳۶۸
ورق فولاد ۶۰
ورقه های پوسته ی زمین ۲۱۲
ورقه های زمین ۲۰۸
ورقه های زمین ساختی ۲۰۸، ۲۱۰، ۲۳۰
ورقه های سازنده ی پوسته ۲۱۴
ورقه ی آسیا ۲۱۴
ورقه ی آفریقا ۲۰۸
ورقه ی اقیانوس آرام ۲۱۰
ورقه ی عربستان ۲۰۸
ورقه ی فلز پیوتر ۱۱۸
ورقه ی قاره ای منطقه ای ۲۱۴
ورقه ی هندوستان ۲۱۴

ورزش باد ۲۲۵، ۲۴۰
ورزش بادهای تند ۲۴۲
وزغ حفار ۳۲۳
وزغ ها ۳۰۷
وزن ۶۷
وزن اضافی ۳۷۰
وسایل نقلیه جاده ای ۹۳
وسایل نقلیه و آینه ۱۱۳
وضع هوا ۲۰۵، ۲۳۵، ۲۳۸
وضعیت آب و هوا ۲۳۶
وضعیت هوا ۱۵۱
وضعیت هوای زمین و بادهای خورشیدی ۱۷۱
وضوح تصویر ۱۱۹
وگنر، آلفرد ۲۰۹
ولتا، اله ساندرو ۱۲۹
ولتاژ ۱۲۸، ۱۲۹، ۱۳۰، ۱۳۴، ۱۳۵، ۱۳۸، ۱۴۰
ولتاژ الکتریکی ۱۳۷
ولتاژ بسیار بالا ۱۳۰
ولف، دیوید ۱۹۳
ون آلن، جیمز ۱۷۶
ووچر ۱۹۸
ووچر (دو) ۱۹۸
ویتامین K ۳۵۹
ویتامین ها ۳۶۹
ویدیو ۱۴۵
ویروس نقص ایمنی بدن انسان (HIV) ۳۷۱
ویروس ها ۱۱۶، ۳۷۱
ویزگی کانی ها ۲۱۶
ویزگی های مردانه ۳۶۴
ویسکوسیته نگاه کنیده غلظت
ویلون ۱۰۴
وینیل ۱۰۸

ه

هشت پای حلقه آبی ۲۹۹
هگا ۱۶۷
هگزاکتی لنیدا ۲۹۴
هگزاکونال ۲۱۶
هلاس ۱۹۹
هلال باریک ۱۷۷
هلال رنگین کمان ۲۴۴
هلی کوپتر ۹۷
هلیوم ۸۵، ۱۶۶، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۱
هلیوم مایع ۱۸۰
هماندسازی کروموزوم ۳۶۴
همجوشی هسته ای ۸۵، ۱۶۶
همدان ۲۳۲
همرفت ۸۷، ۸۲
همزیستی ۲۸۳، ۲۸۲
همزیستی گلستگ و قارچ ۲۸۳
همکاری های بین المللی قضایی ۱۹۰
هموفیلی ۳۷۰
هموگلوبین ها ۳۵۴، ۳۵۳
همه چیز خوار ۳۰۴، ۳۱۳
همیاری ۳۲۵
هندوستان ۲۸۱
هنری، جوزف ۱۳۵
هوا ۱۲۶، ۱۳۰، ۱۴۲، ۲۴۲، ۲۴۳، ۳۵۵
هواپیماها ۹۶، ۹۷، ۱۰۱
اسقاطی ۶۱
جت ۹۲، ۷۴
مجازی ۱۵۱
مسافری ۹۷
و پرواز ۹۶
و ترکیب کربنی ۴۸
و محیط زیست ۲۵۰
و موتور ۹۲
هوازدگی ۲۱۸، ۲۲۲، ۲۲۴
هوازدگی شیمیایی ۲۲۳، ۲۲۲
هوازدگی فیزیکی ۲۲۲
هواشناسان ۲۰۹، ۲۳۹
هواشناسی ۲۰۵، ۲۳۸، ۲۳۹
هواشناسی و ماهواره ها ۱۸۹
هواکره نگاه کنیده اتمسفر
هوای اشباع شده ۲۴۳
هوای بازدم ۳۵۵
هوای سرد ۲۳۸
هوای قابل احتراق ۳۸
هوای گرم ۲۳۸
هوای گرم و انبساط ۱۲
هورست ۲۱۵
هورمون محرکه ی تیروئید (TSH) ۳۵۶
هورمون سازی ۳۵۶
هورمون ها ۳۳۸، ۳۴۴، ۳۵۶
هورمون های جنسی ۳۶۲، ۳۶۷
هورنی، زان ۱۴۲
هوریکن ۲۴۱
هوریکن چرخنده ۱۵۱
هوش مصنوعی ۱۵۶
هوشمندی روبات ها ۱۵۴
هولوتوروتید ۲۹۹
هولوگرام ۱۱۲
هوموستانی نگاه کنیده حفظ حالت پایدار بدن
هوموئیدهای راست قامت ۳۳۰
هویت مخفی ۱۴۲
هیپ سیلوفودون ۳۳۱
هیپوتالاموس ۳۴۴
هیپوفیز ۳۴۴، ۳۵۶
هیجان ۳۱۸
هیدر ۳۰۹
هیدرات های کربن نگاه کنیده هیدروکربن ها

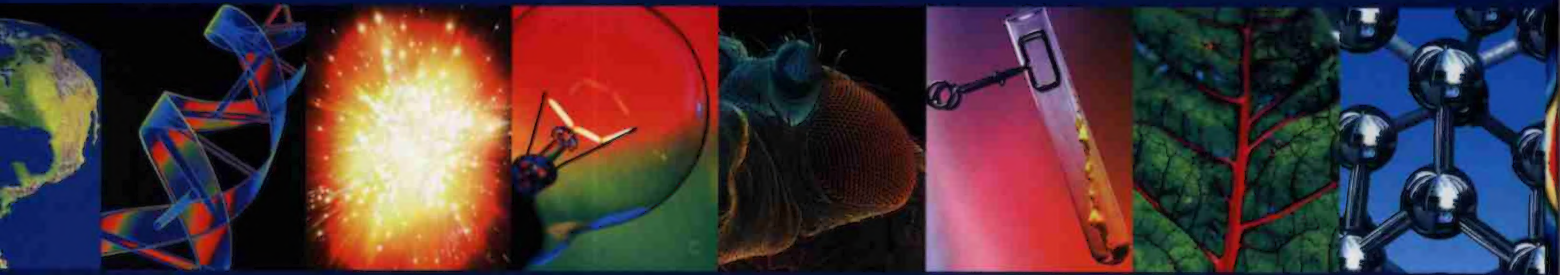
ی

هیدروترمال ۲۱۳
هیدروژا (رده) ۲۹۴
هیدروژن ۲۳، ۲۸، ۳۲، ۳۸، ۴۸، ۵۲، ۷۷، ۸۵، ۹۳، ۱۶۸، ۱۷۹، ۱۸۰، ۱۸۲، ۲۳۴، ۲۵۸
هیدروژن داغ ۱۷۹
هیدروژن در ستاره ها ۳۸
هیدروژن فلزی ۱۷۹
هیدروژن فلزی مایع ۱۸۰
هیدروژن مایع ۳۸، ۱۷۹
هیدروژنه کردن ۳۸
هیدروسفر ۲۰۴
هیدروفوبل ۹۵
هیدروکربن شکر ۴۶
هیدروکربن ها ۴۶، ۴۸، ۵۱، ۷۷، ۳۶۹
هیدروکربن های ساده ۴۸
هیدروکربن های سنگین ۵۱
هیدروکسی آپاتیت ۵۷
هیدروکسید سدیم ۵۰
هیدرولیک ۷۵
هیدروژن ۱۶۶
هیره ۲۹۱، ۲۹۸
هیمالیا ۲۱۴
هیوستون تکراس ۱۹۰
یاس زرد ۲۷۲
یافتن جفت ۳۱۶
یافتن غذا ۳۱۶
یاقوت سرخ ۲۱۷
یاقوت کبود ۲۱۷
یخ ۸۰، ۱۸۵، ۲۲۶، ۲۲۷، ۲۴۵
یخ در مریخ ۱۹۹
یخ شناور ۴۱
یخ شور ۲۲۶
یخبندان ۲۲۲
یخبندان شدید و گیاهان ۲۷۴
یخچال کوهستانی ۲۱۴
یخچال و الکتریسیته ۱۲۸
یخچال و کلروفلورو کربن ها ۲۳۴
یخچال ها ۲۰۵، ۲۲۲، ۲۲۵، ۲۲۶، ۲۳۲
یخ زدگی برگ ها ۲۶۹
یخ زدگی گیاهان ۲۶۹
یخ های قطبی ۲۲۶، ۲۵۰
یوزپلنگ ۲۴۷
یون هیدروژن ۳۲
یون هیدروکسید ۳۳
یونان قدیم ۱۶۷
یونانی ها و صورت فلکی ۱۶۷
یونوسفر ۲۳۴
یون های هیدروکسید ۵۰



از کتاب به اینترنت و از اینترنت به کتاب

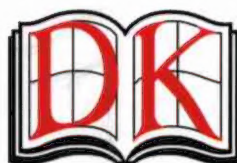
در اینترنت اطلاعات و تصاویر بسیار زیاد و فوق العاده ارزشمندی وجود دارد؛ البته به شرط آن که بدانیم کجا به دنبال آن‌ها بگردیم. **دایرة المعارف اینترنتی علوم**، بُعد جدیدی به یک دایرة المعارف پر محتوای علمی افزوده است؛ زیرا محتوای آن را با یک سایت اینترنتی اختصاصی همراه کرده است. این سایت را -گوگل بزرگ‌ترین و مشهورترین موتور جستجوی دنیای وب- راه‌اندازی و پشتیبانی کرده است. مراجعه کنندگان این دایرة المعارف با بهره‌گیری از این همکاری به دنیای بیکران علوم دسترسی خواهند داشت.



- وب سایت اختصاصی فعال و به روز؛
- لینک‌های انتخابی که به طور مرتب از نظر سلامت، صحت و تناسب محتوا با سن مخاطبان و مطالب دایرة المعارف کنترل می‌شوند؛
- خبرهای تازه، مدل‌های سه بعدی، پروژه‌های کارگاهی؛
- صدها تصویر با کیفیت قابل پیاده‌سازی؛
- هر چیزی که برای پروژه‌های تحصیلی و فعالیت‌های خارج از مدرسه نیاز دارید.



کتاب‌های مهتاب
واحد کودک و نوجوان محراب قلم



۲۰۰۰ تومان